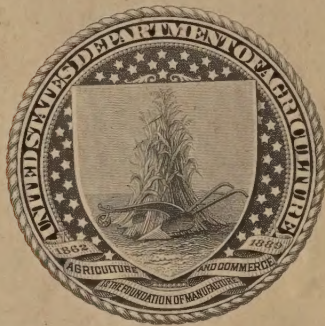


Historic, Archive Document

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

UNITED STATES
DEPARTMENT OF AGRICULTURE
LIBRARY



Book number 474
N213
v. 6,
1918



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte
der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben

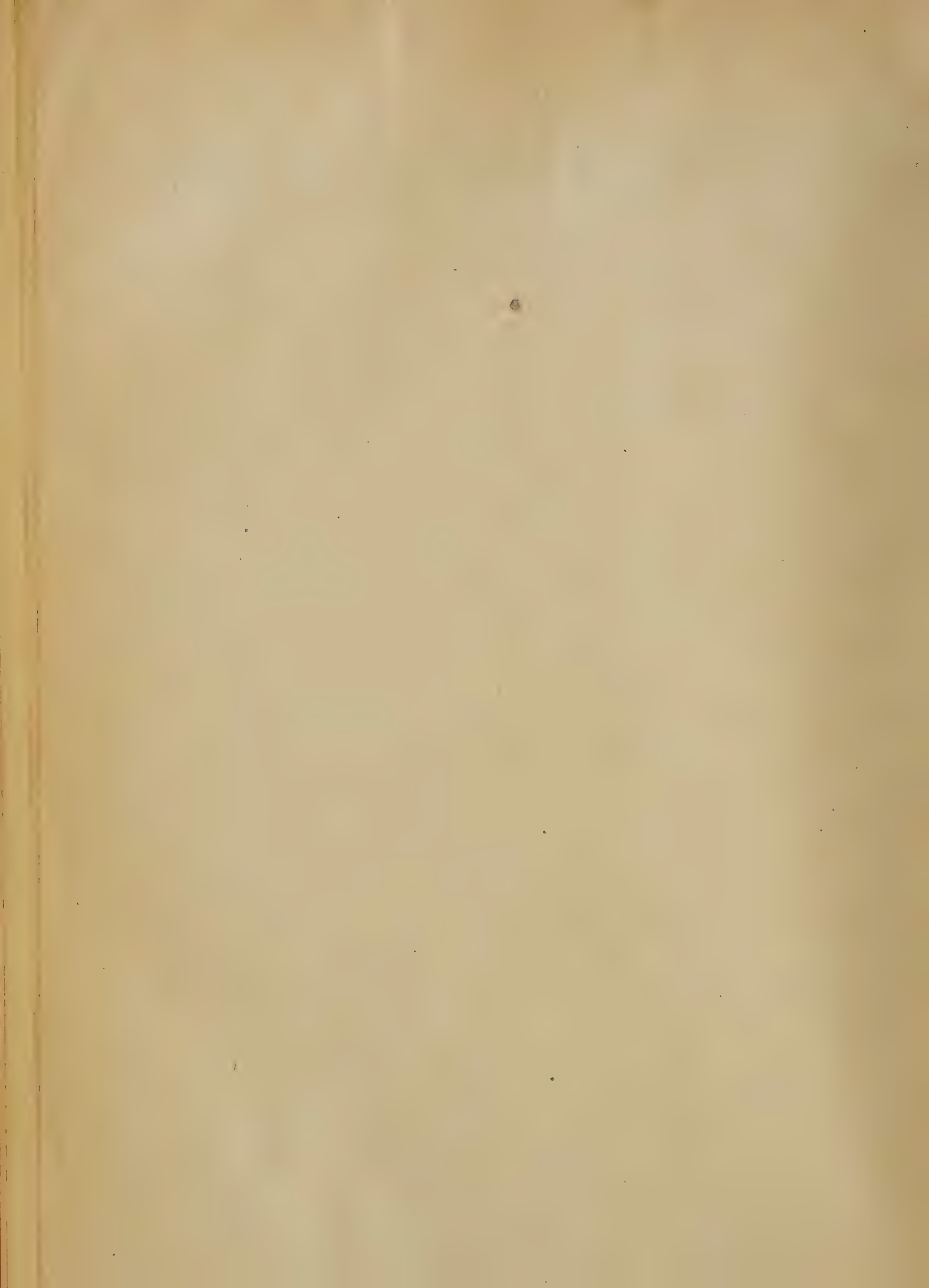
VON

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang 1918



BERLIN
Verlag von Julius Springer
1918



Originalaufsätze und Berichte.

Allgemeines.

- Becher, Erich, O. Hertwig, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. S. 413.
 Kronenberg, M., Historischer und naturwissenschaftlicher Materialismus. S. 381.
 — Die Fremdwörter-Frage. S. 665.
 Smoluchowski †, M. v., Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik. S. 253.

Biologisches.

Allgemeine Biologie.

- Becher, Erich, Über Ausnutzungsprinzip, Zweckmäßigkeit und fremddienliche Zweckmäßigkeit. S. 185.
 Correns, C., Die Konkurrenz der männlichen um die weiblichen Keimzellen und das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter. S. 277.
 Hartmann, Max, Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der Protistenforschung. S. 349, 368.
 Heikertinger, Franz, Das Scheinproblem von der fremddienlichen Zweckmäßigkeit. S. 181.
 Heincke, Fr., Die Biologische Anstalt auf Helgoland 1892—1917. S. 569.
 Jacobi, A., Die Schutzfärbung der Schneehühner. S. 189.
 Johannsen, W., Weismanns Keimplasma-Lehre. S. 121.
 Pringsheim, E. G., Die Pflanze als Bauwerk. S. 293.
 Renner, O., *Oenothera lamarckiana* und die Mutationstheorie. S. 37, 49.
 Stern, Kurt, Deszendenzprobleme im Lichte der Biologie und der Thermodynamik. S. 585.

Botanik.

- Diels, L., Stand und Aufgaben der Pflanzengeographie. S. 581.
 Eckardt, Wilhelm R., Was sagen Jahresringbildung und Jahresringlosigkeit des fossilen Baumwuchses über das Klima der geologischen Perioden? S. 114.
 Küster, Ernst, Albertus Magnus und Goethe. S. 137.
 — Georg Klebs † (1857—1918). S. 681.
 Linsbauer, K., Über die Physiologie der Spaltöffnungen. S. 85, 97.
 Neger, F. W., Die wahre Natur der Rußtaupilze. S. 30.
 Pringsheim, E. G., Die Pflanze als Bauwerk. S. 293.
 Renner, O., *Oenothera lamarckiana* und die Mutationstheorie. S. 37, 49.
 Schröder, Bruno, Teich- und Flußplankton. S. 147, 162, 176.
 Schröter, C., Der schweizerische Nationalpark im Unterengadin. S. 761.
 Ungerer, Emil, Die Beherrschung der pflanzlichen Form. S. 683.

Zoologie.

- Abel, Othenio, Die alttertiären Primaten Europas. S. 281, 295.
 — Methoden und Ziele der Paläobiologie. S. 497, 514.
 Antonius, Otto, Die Abstammung des Hauspferdes und des Hausesels. S. 13.
 Brun, R., Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientierungsvermögen der Ameisen. S. 617.
 Eckardt, Wilh. R., Über die Entstehung des Zuges der Wandervögel. S. 605.
 Harms, B., Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie (24.—26. September 1918). S. 702.
 Heincke, Fr., Die Biologische Anstalt auf Helgoland 1892—1917. S. 569.
 Hesse, Richard, Über das Schwimmen der Fische. S. 322.
 Jacobi, A., Die Schutzfärbung der Schneehühner. S. 189.
 Schröder, Bruno, Teich- und Flußplankton. S. 147, 162, 176.
 Schröter, C., Der schweizerische Nationalpark im Unterengadin. S. 761.

Medizin.

- Alméröth, Hans, Émile Yung. S. 342.
 Ebstein, Erich, Zur Frage des Vorkommens von Kretinen und Albinos in Lerbach im Harz. S. 562.

- Gerhartz, Heinrich, Nährschäden. S. 729.
 Grote, L. R., Über die Verbreitung der Krankheiten auf der Erde. S. 451.
 Harms, B., Die Gasbehandlung der Pferderäude. S. 673.
 Heß, C. v., Ewald Hering †. S. 305.
 Kraepelin, Emil, Die Deutsche Forschungsanstalt für Psychiatrie. S. 333.
 Naegeli, Th., Wundverlauf und Wundbehandlung speziell bei Kriegsverletzungen. S. 649.
 Paneth, L., Kriterien der bakteriologischen Forschung. S. 73.
 Thörner, W., Das Fünftagefieber (Febris wolhynica), eine neu entdeckte Kriegskrankheit. S. 435.
 Uhlenhuth, Über ein Schutz- und Heilserum gegen die Weilsche Krankheit (ansteckende Gelbsucht). S. 633.

Nichtbiologisches.

Astronomie.

- Guthnick, P., Ist die Strahlung der Sonne veränderlich? S. 133.
 — Nova Aquilae 3 und andere neue Sterne. S. 593.
 — Das δ Cephei-Problem. S. 713.
 Stark, J., Über die Natur der Nordlichtstrahlen. S. 145.
 — Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen. S. 397.

Geographie und Meteorologie.

- Baschin, Otto, Der Einfluß des dynamischen Gleichgewichtes auf die Formen der festen Erdoberfläche. S. 355.
 Brandt, B., Vom russischen Winter. S. 41.
 — Seefahrtsbeobachtungen zur Geographie des atlantischen Ozeans. S. 365.
 — Geschützdonner und Wetter. S. 463.
 — Über Irrlicht und St. Elmsfeuer. S. 565.
 — Über Höhlen und unterirdische Steinbrüche in Nordfrankreich. S. 734.
 Diels, L., Stand und Aufgaben der Pflanzengeographie. S. 581.
 Eckardt, Wilh. R., Was sagen Jahresringbildung und Jahresringlosigkeit des fossilen Baumwuchses über das Klima der geologischen Perioden? S. 114.
 — Über die Entstehung des Zuges der Wandervögel. S. 605.
 Ludewig, P., Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre. S. 89, 101.
 Prey, Adalbert, Der skandinavische Geophysikerkongreß in Göteborg (28.—31. August 1918). S. 765.
 Schröter, C., Der schweizerische Nationalpark im Unterengadin. S. 761.
 Stark, J., Über die Natur der Nordlichtstrahlen. S. 145.
 — Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen. S. 397.
 Wegener, Alfred, Haareis auf morschem Holz. S. 598.

Geologie und Mineralogie.

- Abel, O., Methoden und Ziele der Paläobiologie. S. 497, 514.
 Doelter, C., Über Mineralsynthese. S. 285.
 Eitel, W., Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen. S. 385, 400.
 Johnsen, A., Zum fünfundsiebzigsten Geburtstage von Paul von Groth. S. 481.
 — Mutationsartige Umwandlung von Kristallen. S. 530.
 Sapper, Karl, Die Frage nach dem Wassergehalt des vulkanischen Magmas. S. 469.

Physik.

- Baschin, Otto, Der Einfluß des dynamischen Gleichgewichtes auf die Formen der festen Erdoberfläche. S. 355.
 Betz, Alb., Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel. S. 557, 573.
 Born, M., Herbert Herkner †. S. 179.
 Brandt, B., Beobachtungen über Meerleuchten. S. 161.
 — Geschützdonner und Wetter. S. 463.
 — Über Irrlicht und St. Elmsfeuer. S. 565.
 Cermak, P., Zur Frage der Erzeugung möglichst harter Röntgenstrahlen. S. 139.
 Einstein, A., Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie. S. 697.
 Epstein, Paul S., Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der Serienspektren. S. 230.
 Geiringer, Hilda, Die nichteuklidischen Geometrien und das Raumproblem. S. 635, 653.

- Guthnick, P., Ist die Strahlung der Sonne veränderlich? S. 133.
 Jentzsch-Graefe, Felix, Die Sichtbarkeit von Unterseebooten und Minenfeldern vom Flugzeug aus. S. 546.
 Johnsen, A., Mutationsartige Umwandlung von Kristallen. S. 530.
 Kármán, Th. v., Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler. S. 457.
 Knudsen, Martin, Chr. Christiansen †. S. 157.
 Konstantinowsky, D., Submikroskopische Experimentalphysik (Bericht über die Ehrenhaft-schen Arbeiten). S. 429, 448, 473, 488.
 Laue, M. v., Thermodynamik und Kohärenz. S. 207.
 Loria, Stanislaw, Der Wettkampf zweier Weltanschauungen in der Physik. S. 169.
 Ludewig, P., Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre. S. 89, 101.
 Meißner, Otto, Die mikroseismische Bewegung. S. 52.
 Nernst, W., Quantentheorie und neuer Wärmesatz. S. 206.
 Prey, Adalbert, Der skandinavische Geophysikerkongreß in Göteborg (28.—31. August 1918). S. 765.
 Reiche, Fritz, Die Quantentheorie. Ihr Ursprung und ihre Entwicklung. S. 213.
 Riebesell, P., Die neueren Ergebnisse der theoretischen Physik und ihre Beziehungen zur Mathematik. S. 61.
 Rohr, M. v., Erinnerungen an Ernst Abbe und den Optikerkreis um ihn. S. 317, 337.
 Scheel, Karl, Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1917. S. 541.
 Scheffer, W., Über Sehen und Photographieren durch trübe Medien. S. 768.
 Schmidt, H., Neuere Fortschritte in der Theorie der Lumineszenzerscheinungen. S. 641.
 Smoluchowski †, M. v., Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik. S. 253.
 Sommerfeld, A., Max Planck zum sechzigsten Geburtstage. S. 195.
 Stark, J., Über die Natur der Nordlichtstrahlen. S. 145.
 — Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen. S. 397.
 Tangl, Karl, Baron Roland v. Eötvös zum siebenzigsten Geburtstage. S. 445.
 Warburg, E., Über Plancks Verdienste um die Experimentalphysik. S. 202.
 Wien, W., Die Entwicklung von Max Plancks Strahlungstheorie. S. 203.
 Zschimmer, E., Übersichtliche Darstellung physikalischer Gemische durch Netzebenen. S. 308.
 — Probleme der Glasforschung. I. Zum Begriff des technischen Glases. S. 509. — II. Normale Gläser für wissenschaftliche und technische Zwecke. S. 717.

Chemie und physikalische Chemie.

- Doelter, C., Über Mineralsynthese. S. 285.
 Eggert, John, Deutsche Bunsengesellschaft 1918. Bericht über die 21. Hauptversammlung in Berlin. S. 326.
 Eitel, W., Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen. S. 385, 400.
 Fajans, K., Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elementes. S. 751.
 Hägglund, Erik, Über die Gewinnung von Sprit aus Sulfitablauge. S. 25.
 Harms, B., Die Gasbehandlung der Pferderäude. S. 673.
 — Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie (24.—26. September 1918). S. 702.
 Johnsen, A., Zum fünfundsevenzigsten Geburtstage von Paul von Groth. S. 481.
 — Mutationsartige Umwandlung von Kristallen. S. 530.
 Konstantinowsky, D., Submikroskopische Experimentalphysik (Bericht über die Ehrenhaft-schen Arbeiten). S. 429, 448, 473, 488.
 Kutteneuler, H., Speisefette und Speiseöle. S. 109, 126.
 Meitner, Lise, Über das Protactinium. S. 324.
 Remy, Heinrich, Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements. S. 525.
 Sapper, Karl, Die Frage nach dem Wassergehalt des vulkanischen Magmas. S. 469.
 Zschimmer, E., Übersichtliche Darstellung physikalischer Gemische durch Netzebenen. S. 308.
 — Probleme der Glasforschung. I. Zum Begriff des technischen Glases. S. 509. — II. Normale Gläser für wissenschaftliche und technische Zwecke. S. 717.

Physikalische und chemische Technik.

- Betz, Alb., Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel. S. 557, 573.
 Cermak, P., Zur Frage der Erzeugung möglichst harter Röntgenstrahlen. S. 139.
 Hägglund, Erik, Über die Gewinnung von Sprit aus Sulfitablauge. S. 25.
 Hesse, Richard, Über das Schwimmen der Fische. S. 322.
 Kármán, Th. v., Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler. S. 457.
 Kutteneuler, H., Speisefette und Speiseöle. S. 109, 126.

- Plato, F., Die Regelung der Temperaturfrage in der deutschen Industrie. S. 745.
 Scheel, Karl, Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1917. S. 541.
 Scheffer, W., Über Sehen und Photographieren durch trübe Medien. S. 768.
 Schmidt, Georg, Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber. S. 1, 18.
 Zschimmer, E., Probleme der Glasforschung. I. Zum Begriff des technischen Glases. S. 509.
 — II. Normale Gläser für wissenschaftliche und technische Zwecke. S. 717.

Psychologie.

- Brun, R., Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientierungsvermögen der Ameisen. S. 617.
 Becher, Erich, Carl Stumpf. Zu seinem siebenzigsten Geburtstage. S. 265.

Besprechungen.

Allgemeines.

- Hertwig, Oscar, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus (E. Becher). S. 413.
 Smoluchowski, M. von, Ratgeber für das Selbststudium. Band II. Physik (K. Fajans). S. 609.
 Tomor, Ernst, Neubegründung der Bevölkerungspolitik (A. Blaschko). S. 588.
 Wlassak, Rudolf, Ernst Mach, Gedächtnisrede, gehalten in der soziologischen Gesellschaft zu Wien (M. Kronenberg). S. 151.

Biologisches.

Allgemeine Biologie.

- Gaupp, Ernst †, August Weismann (W. Johannsen). S. 121.
 Haecker, Valentin, Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik) (A. Handlirsch). S. 520.
 Triepel, Hermann, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte (Autoreferat). S. 66.

Botanik.

- Bär, Joh., Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton Tessin) (L. Diels). S. 658.
 Braun-Blanquet, Jos., Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark (L. Diels). S. 658.
 Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume (H. Kniep). S. 57.
 Förster, Hans, Bäume in Berg und Mark sowie einigen angrenzenden Landesteilen im Arbeitsgebiet des Bergischen Komitees für Naturdenkmalpflege (E. Küster). S. 659.
 Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. (E. Heinricher). S. 757.
 Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa (E. Ulbrich). S. 549.
 Lauterborn, R., Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms (A. Thienemann). S. 495.
 Röhmann, F., Die Chemie der Cerealien in Beziehung zur Physiologie und Pathologie (Autoreferat). S. 55.
 Willstätter, R., und A. Stoll, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure (Autoreferat). S. 344.
 Zade, A., Der Hafer (v. Rümker). S. 521.

Zoologie und Anthropologie.

- Abel, O., Allgemeine Paläontologie (Th. Arldt). S. 93.
 Daniel, J. Frank, The Anatomy of Heptanchus Maculatus. The Endoskeleton (S. Becher). S. 67.
 Demoll, R., Die Sinnesorgane der Arthropoden, ihr Bau und ihre Funktion (S. Becher). S. 6.
 Frickhinger, Hans Walter, Die Mehlmotte (Hans Soldanski). S. 590.
 Hase, Albrecht, Die Bettwanze (*Cimex lectularius* L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung (H. W. Frickhinger). S. 45.
 Hauser, O., Der Mensch vor 100 000 Jahren (E. Werth). S. 66.
 Kemnitz, M. von, Das Weib und seine Bestimmung (St. Oppenheim). S. 314.
 Knauer, Friedrich, Der Zoologische Garten (F. Pax). S. 45.
 Lauterborn, R., Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms (A. Thienemann). S. 495.
 Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas (Thilo Krumbach). S. 757.
 Schoenichen, W., Praktikum der Insektenkunde nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten (R. Heymons). S. 313.
 Struck, Herm., Kriegsgefangene (Max Friederichsen). S. 736.
 Wegner, Richard N., Zur Geschichte der anatomischen Forschung an der Universität Rostock (E. Holländer). S. 192.
 Wilhelmi, J., Die gemeine Stechfliege (Wadenstecher) (H. W. Frickhinger). S. 45.
 — Die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie (B. Harms). S. 771.
 Zacher, Friedrich, Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung (Thilo Krumbach). S. 692.

Medizin.

- Bauer, Julius, Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten (Adolf Lazarus). S. 44.
 Chvostek, F., Morbus Basedowi und die Hyperthyreosen (Leon Asher). S. 43.
 Falta, W., Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Substanzen (F. Gudzent). S. 757.
 Gruhle, Hans W., Psychiatrie für Ärzte (H. Liepmann). S. 602.
 Haecker, V., Die Erblichkeit im Mannesstamm und der vaterrechtliche Familienbegriff (E. Hirsch). S. 602.
 Hase, Albrecht, Die Bettwanze (*Cimex lectularius* L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung (H. W. Frickhinger). S. 45.

- Hellpach, Willy, Die geopsychischen Erscheinungen (K. Jaspers). S. 44.
- Hirsch, Paul, Fermentstudien (H. Pringsheim). S. 103.
- Lange, W. G., Über funktionelle Anpassung, ihre Grenzen, ihre Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde (J. Schaxel). S. 92.
- Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner, Biologen und Psychologen (Leon Asher). S. 375.
- Pauli, W. E. und R., Physiologische Optik, dargestellt für Naturwissenschaftler (Felix Auerbach). S. 738.
- Röhm, F., Die Chemie der Cerealien in Beziehung zur Physiologie und Pathologie (Autoreferat). S. 55.
- Roland, J., Unsere Lebensmittel (R. W. Seuffert). S. 437.
- Rosenthal, Josef, Röntgentechnik (Levy-Dorn). S. 589.
- Tomor, Ernst, Neubegründung der Bevölkerungs politik (A. Blaschko). S. 588.
- Trier, G., Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus (Autoreferat). S. 548.
- Volhard, F., Die doppelseitigen hämatogenen Nierenkrankungen (Brightsche Krankheit) (F. Hirschfeld). S. 691.
- Wiesent, Johannes, Repetitorium der Experimentalphysik für Pharmazeuten, Mediziner und Studierende der Naturwissenschaften (Leon Asher). S. 376.
- Wilhelmi, J., Die gemeine Stechfliege (Wadenstecher) (H. W. Frickhinger). S. 45.
- Die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie (B. Harms). S. 771.

Nichtbiologisches.

Astronomie.

- Kepler, Johann, Die Zusammenklänge der Welten (Hans Kienle). S. 645.

Geographie und Meteorologie.

- Arlt, Th., Handbuch der Palaeogeographie (Max Friederichsen). S. 773.
- Bär, Joh., Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton Tessin) (L. Diels). S. 658.
- Braun-Blanquet, Jos., Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark (L. Diels). S. 658.
- Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie (Max Friederichsen). S. 578.
- und K. Oestreich, Praktische Übungen in physischer Geographie (Max Friederichsen). S. 676.
- Defant, Albert, Wetter und Wettervorhersage (R. Süring). S. 675.
- Engelbrecht, Th. H., Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien (Max Friederichsen). S. 438.
- Hedin, Sven, Bagdad Babylon Ninive (E. Littmann). S. 494.
- Jerusalem (E. Littmann). S. 756.
- Heim, Alb., Geologie der Schweiz (J. Früh). S. 407.
- Höfer, Edler von Heimhalt, Hans, Die Verwerfungen (Max Friederichsen). S. 579.
- Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Karl Fischer). S. 407.
- Köppen, W., Wind und Wetter in den europäischen Gewässern (A. Schmauß). S. 536.

- Lange, F., Landwirtschaftlich-statistischer Atlas (Max Friederichsen). S. 360.
- Lauterborn, R., Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes (Thienemann). S. 495.
- Moscheles, J., Das Klima von Bosnien und der Hercegovina (C. Kaßner). S. 737.
- Niklas, H., Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse (Paul Ehrenberg). S. 535.
- Sapper, K., Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane (Th. Arlt). S. 406.
- Schweinfurth, Georg, Im Herzen von Afrika (A. Engler). S. 358.
- Steinmann, G., und O. Wilckens, Handbuch der regionalen Geologie (Cl. Leidhold). S. 404.
- Supan, Alexander, Leitlinien der allgemeinen politischen Geographie (P. Rohrbach). S. 772.

Geologie.

- Arlt, Th., Handbuch der Palaeogeographie (Max Friederichsen). S. 773.
- Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie (Max Friederichsen). S. 578.
- Heim, Alb., Geologie der Schweiz (J. Früh). S. 407.
- Höfer, Edler von Heimhalt, Hans, Die Verwerfungen (Max Friederichsen). S. 579.
- Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Karl Fischer). S. 407.
- Ramann, E., Bodenbildung und Bodeneinteilung (P. Ehrenberg). S. 312.
- Sapper, K., Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane (Th. Arlt). S. 406.
- Steinmann, G., und O. Wilckens, Handbuch der regionalen Geologie (Cl. Leidhold). S. 404.

Philosophie.

- Einstein, A., Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (M. Born). S. 82.
- Kronenberg, M., Kant (Artur Buchenau). S. 601.
- Nelson, Leonhard, Kritik der praktischen Vernunft (Oskar-Kraus). S. 79.
- Révész, Béla, Geschichte des Seelenbegriffs und der Seelenlokalisation (E. v. Aster). S. 602.

Physik.

- Auerbach, Felix, Ernst Abbe (M. v. Rohr). S. 317.
- Bauer, Heinz †, Physik der Röntgenologie (P. P. Ewald). S. 151.
- Cohn, Emil, Physikalisches über Raum und Zeit (Max Jakob). S. 709.
- Doehlemann, K., Grundzüge der Perspektive nebst Anwendungen (W. Merté). S. 302.
- Einstein, A., Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (M. Born). S. 82.
- Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus (E. Regener). S. 504.
- Jaeger, F. M., Lectures on the principle of symmetry and its applications in all natural sciences (A. Johnsen). S. 660.
- Wilhelm, Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektrischen und magnetischen Messungen (Walther Gerlach). S. 464.
- Kohlschütter, V., Die Erscheinungsformen der Materie (R. Zsigmondy). S. 300.
- Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner, Biologen und Psychologen (Leon Asher). S. 375.

- Meyer, St., und E. v. Schweidler, Radioaktivität (K. Fajans). S. 301.
- Ostwald, Wilhelm, Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre (R. Pohl). S. 502.
- Pauli, W. E. und R., Physiologische Optik, dargestellt für Naturwissenschaftler (Felix Auerbach). S. 738.
- Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik (F. Reiche). S. 505.
- Rohr, M. v., Die optischen Instrumente (W. Merté). S. 503.
- Sanden, Horst v., Praktische Analysis (R. Courant). S. 303.
- Schüle, W., Technische Thermodynamik (G. Zerkowitz). S. 504.
- Smoluchowski, M. von, Ratgeber für das Selbststudium. Band II. Physik (K. Fajans). S. 609.
- Usener, Hans, Der Kreisels als Richtungsweiser, seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften (O. Martienssen). S. 150.
- Weyl, Hermann, Raum — Zeit — Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie (A. Einstein). S. 373.
- Wiesent, Johannes, Repetitorium der Experimentalphysik für Pharmazeuten, Mediziner und Studierende der Naturwissenschaften (Leon Asher). S. 376.
- Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik (Max Jakob). S. 708.
- Kohlschütter, V., Die Erscheinungsformen der Materie (R. Zsigmondy). S. 300.
- Meyer, St. und E. v. Schweidler, Radioaktivität (K. Fajans). S. 301.
- Müller, Erich, Das Eisen und seine Verbindungen (J. Koppel). S. 388.
- Ramsay, Sir William, und George Rudolf, Die Edelgase (J. Koppel). S. 374.
- Röhmnn, F., Die Chemie der Cerealien in Beziehung zur Physiologie und Pathologie (Autoreferat). S. 55.
- Roland, J., Unsere Lebensmittel (R. W. Souffert). S. 437.
- Roozeboom, H. W. Bakhuis, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre, 2. Heft (J. Koppel). S. 625.
- Trautz, Max, Praktische Einführung in die allgemeine Chemie (Alfred Coehn). S. 373.
- Trier, G., Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus (Autoreferat). S. 548.
- Willstätter, R., und A. Stoll, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure (Autoreferat). S. 344.

Physikalische und chemische Technik.

- Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik (H. H. Kritzinger). S. 738.
- Jaeger, Wilhelm, Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektrischen und magnetischen Messungen (Walther Gerlach). S. 464.
- Ihering, A. v., Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnutzung der Wasserkräfte (Th. Rümelin). S. 116.
- Müller, Erich, Das Eisen und seine Verbindungen (J. Koppel). S. 388.
- Pöschl, Theodor, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik (L. Hopf). S. 738.
- Schüler, W., Technische Thermodynamik (G. Zerkowitz). S. 504.
- Weihe, C., Max Maria von Weber, ein Lebensbild des Dichter-Ingenieurs mit Auszügen aus seinen Werken (E. Zschimmer). S. 180.

Psychologie.

- Bühler, Karl, Die geistige Entwicklung des Kindes (Otto Lipmann). S. 693.

Verzeichnis der Referenten.

- Arlt, Th.: Abel, O., Allgemeine Paläontologie. S. 93.
- Sapper, K., Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane. S. 406.
- Asher, Leon: Chvostek, Morbus Basedowi und die Hyperthyreosen. S. 43.
- Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner, Biologen und Psychologen. S. 375.
- Wiesent, Johannes, Repetitorium der Experimentalphysik für Pharmazeuten, Mediziner und Studierende der Naturwissenschaften. S. 376.
- Aster, E. v.: Révész, Béla, Geschichte des Seelenbegriffs und der Seelenlokalisation. S. 602.
- Auerbach, Felix: Pauli, W. E. und R., Physiologische Optik, dargestellt für Naturwissenschaftler. S. 738.
- Becher, E.: Hertwig, Oscar, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus (Originalaufsatz). S. 413.
- Becher, S.: Daniel, J. Frank, The Anatomy of Hep-tanchus Maculatus. The Endoskeleton. S. 67.
- Demoll, R., Die Sinnesorgane der Arthropoden. ihr Bau und ihre Funktion. S. 6.
- Blaschko, A.: Tomor, Ernst, Neubegründung, der Bevölkerungspolitik. S. 588.
- Born, M.: Einstein, A., Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. S. 82.
- Buchenau, Artur: Kronenberg, M., Kant. S. 601.
- Coehn, Alfred: Trautz, Max, Praktische Einführung in die allgemeine Chemie. S. 373.
- Courant, R.: Sanden, Horst v., Praktische Analysis. S. 303.
- Diels, L.: Bär, Joh., Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton Tessin). S. 658.
- Braun-Blanquet, Jos., Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. S. 658.

- Ehrenberg, Paul: Niklas, H., Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse. S. 535.
- Ramann, E. Bodenbildung und Bodeneinteilung. S. 312.
- Einstein, A.: Weyl, Hermann, Raum—Zeit—Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie. S. 373.
- Engler, A.: Schweinfurth, Georg, Im Herzen von Afrika. S. 358.
- Ewald, P. P.: Bauer, Heinz †, Physik der Röntgenologie. S. 151.
- Fajans, K.: Meyer, St., und E. v. Schweidler. Radioaktivität. S. 301.
- Ratgeber für das Selbststudium. S. 609.
- Fischer, Karl: Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. S. 407.
- Frickhinger, H. W.: Hase, Albrecht, Die Bettwanze (*Cimex lectularius* L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung. S. 45.
- Wilhelmi, J., Die gemeine Stechfliege (Wadenstecher). S. 45.
- Friederichsen, Max: Arldt, Th., Handbuch der Palaeogeographie. S. 773.
- Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie. S. 578.
- Davis, W. M., und K. Oestreich, Praktische Übungen in physischer Geographie. S. 676.
- Engelbrecht, Th. H., Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien. S. 438.
- Höfer, Edler von Heimhalt, Hans, Die Verwerfungen. S. 579.
- Lange, F., Landwirtschaftlich-statistischer Atlas. S. 360.
- Struck, Herm., Kriegsgefangene. S. 736.
- Früh, J.: Heim, Alb., Geologie der Schweiz. S. 407.
- Gerlach, Walther: Jaeger, Wilhelm, Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektrischen und magnetischen Messungen. S. 461.
- Gudzent, F.: Falta, W., Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Substanzen. S. 757.
- Handlirsch, A.: Haecker, Valentin, Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik). S. 520.
- Harms, B.: Wilhelmi, J., Die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie. S. 771.
- Heinricher, E.: Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. S. 757.
- Heymons, R.: Schoenichen, W., Praktikum der Insektenkunde nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten. S. 313.
- Hirsch, E.: Haecker, V., Die Erblichkeit im Menschenstamm und der vaterrechtliche Familienbegriff. S. 602.
- Hirschfeld, F.: Volhard, F., Die doppelseitigen hämatogenen Nierenerkrankungen (Brightsche Krankheit). S. 691.
- Holländer, E.: Wegner, Richard N., Zur Geschichte der anatomischen Forschung an der Universität Rostock. S. 192.
- Hopf, L.: Pöschl, Theodor, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. S. 738.
- Jakob, Max: Cohn, Emil, Physikalisches über Raum und Zeit. S. 709.
- Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neuen Physik. S. 708.
- Jaspers, K.: Hellpach, Willy, Die geopsychischen Erscheinungen. S. 44.
- Johannsen, W.: Gaupp, Ernst †, August Weismann (Originalaufsatz). S. 121.
- Johnsen, A.: Jaeger, F. M., Lectures on the principle of symmetry and its applications in all natural sciences. S. 660.
- Kaßner, C.: Moscheles, J., Das Klima von Bosnien und der Heregovina. S. 737.
- Kienle, Hans: Kepler, Johann, Die Zusammenklänge der Welten. S. 645.
- Knip, H.: Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume. S. 57.
- Koppel, J.: Herz, W., Moderne Probleme der allgemeinen Chemie. S. 626.
- Müller, Erich, Das Eisen und seine Verbindungen. S. 388.
- Ramsay, Sir William, und George Rudorf, Die Edelgase. S. 374.
- Roozeboom, H. W., Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkt der Phasenlehre, 2. Heft. S. 625.
- Kraus, Oskar: Nelson, Leonhard, Kritik der praktischen Vernunft. S. 79.
- Kritzinger, H. H.: Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik. S. 738.
- Kronenberg, M.: Wlassak, Rudolf, Ernst Mach, Gedächtnisrede, gehalten in der soziologischen Gesellschaft zu Wien. S. 151.
- Krumbach, Thilo: Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas. S. 757.
- Zacher, Friedrich, Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. S. 692.
- Küster, E.: Förster, Hans, Bäume in Berg und Mark sowie einigen angrenzenden Landesteilen im Arbeitsgebiet des Bergischen Komitees für Naturdenkmalpflege. S. 659.
- Lazarus, Adolf: Bauer, Julius, Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten. S. 44.
- Leidhold, Cl.: Steinmann, G., und O. Wilkens, Handbuch der regionalen Geologie. S. 404.
- Levy-Dorn: Rosenthal, Josef, Röntgentechnik. S. 539.
- Liepmann, H.: Gruhle, Hans W., Psychiatrie für Ärzte. S. 602.
- Lipmann, Otto: Bühler, Karl, Die geistige Entwicklung des Kindes. S. 693.
- Littmann, E.: Hedin, Sven, Bagdad Babylon Ninive. S. 494.
- Hedin, Sven, Jerusalem. S. 756.
- Martienssen, O.: Usener, Hans, Der Kreisels als Richtungsweiser, seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften. S. 150.
- Merté, W.: Doehlmann, K., Grundzüge der Perspektive nebst Anwendungen. S. 302.
- Rohr, M. v., Die optischen Instrumente. S. 503.
- Meyer, R. J.: Hofmann, Karl A., Lehrbuch der anorganischen Experimentalchemie. S. 658.
- Oppenheim, St.: Kemnitz M. von, Das Weiß und seine Bestimmung. S. 314.
- Pax, F.: Knauer, Der Zoologische Garten. S. 45.
- Pohl, R.: Ostwald, Wilhelm, Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre. S. 502.
- Pringsheim, H.: Hirsch, Paul, Fermentstudien. S. 103.
- Pummerer, R.: Bauer †, Rudolf, Reduktion und Hydrierung organischer Verbindungen. S. 772.
- Regener, E.: Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. S. 504.

- Reiche, F.: Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik. S. 505.
- Röhmnn, F.: Die Chemie der Cerealien in Beziehung zur Physiologie und Pathologie (Autoreferat). S. 55.
- Rohr, M. v.: Auerbach, Felix, Ernst Abbe (Originalaufsatz). S. 317.
- Rohrbach, P.: Supan, Alexander, Leitlinien der allgemeinen politischen Geographie. S. 772.
- Rümelin, Th.: Ihering, A. v., Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnutzung der Wasserkräfte. S. 116.
- Rümker, v.: Zade, A., Der Hafer. S. 521.
- Schaxel, J.: Lange, W. G., Über funktionelle Anpassung, ihre Grenzen, ihre Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde. S. 92.
- Schmauß, A.: Köppen, W., Wind und Wetter in den europäischen Gewässern. S. 536.
- Seuffert, R. W.: Roland, J., Unsere Lebensmittel. S. 437.
- Soldanski, Hans: Frickhinger, Hans Walter, Die Mehlmotte. S. 590.
- Süring, R.: Defant, Albert, Wetter und Wettervorschläge. S. 675.
- Thienemann, R.: Lauterborn, R., Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. S. 495.
- Triepel, Hermann: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte (Autoreferat). S. 66.
- Trier, Georg: Henrich, F., Theorien der organischen Chemie. S. 771.
- Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus (Autoreferat). S. 548.
- Ulbrich, E.: Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. S. 549.
- Werth, E.: Hauser, O., Der Mensch vor 100 000 Jahren. S. 66.
- Willstätter, R., und A. Stoll: Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure (Autoreferat). S. 341.
- Zerkowitz, G.: Schüle, W., Technische Thermodynamik. S. 504.
- Zschimmer, E.: Weihe, C., Max Maria von Weber, ein Lebensbild des Dichter-Ingenieurs mit Auszügen aus seinen Werken. S. 180.
- Zsigmondy, R.: Kohnschütter, V., Die Erscheinungsformen der Materie. S. 300.

Referate über Abhandlungen in Zeitschriften¹⁾.

- Arnaud, G.: Über gummikranke Zuckerrüben (Compt. rend.). S. 744.
- Altmann, R.: Nachruf für Rudolf Fuchs. S. 506.
- Austerweil, G.: Über die Harzgewinnung in Österreich-Ungarn (Chem.-Ztg.). S. 438.
- Bach, R.: Die Anziehung eines unendlichen Sternsystems (Astron. Nachr.). S. 663.
- Bachmann, W.: Über Dampfspannungs-Isothermen von Körpern mit Gelstruktur (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 68.
- Banachiewicz, T.: Die Helligkeit des Himmels nach Lamberts Photometrie (Astron. Nachr.). S. 613.
- Bandermann, Fr.: Geruchs- und Farbensinn bei Tagfaltern (Societas Entomologica). S. 408.
- Bangert, K.: Moderne Fragen der Elektrotherapie (Vortr. i. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. z. Marburg). S. 662.
- Baudouin, M.: Die Verknöcherung der Metacarpal- und Metatarsalknochen beim neolithischen Menschen (Compt. rend.). S. 744.
- Baur, E.: Über Mineralsynthesen (Schweiz. Chem.-Ztg.). S. 57.
- Bauschinger, J.: Vorausberechnung der Erscheinung 1918 des periodischen Kometen Brooks (Astron. Nachr.). S. 168.
- Best, F.: Über Nachtblindheit (Graefes Archiv). S. 775.
- Blankenhorn: Organische Reste im mittleren Buntsandstein Hessens (Sitzber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. z. Marburg). S. 131.
- Blier, J.: Die Hämoglobinurie der Rinder in Chili (Compt. rend.). S. 744.
- Bloch, Bruno: Die Entdeckung des pigmentbildenden Ferments der Haut (Ztschr. f. physiol. Chem.). S. 59.
- Boeke, H. E.: Die Grenzen der Mischkristallbildung im Muscovit und Biotit (Neues Jahrb. f. Min.). S. 67.
- Boeke, H. E.: Über Vierstoffsyste (Ztschr. f. anorg. Chem.). S. 67.
- Eine Anwendung mehrdimensionaler Geometrie auf chemisch-mineralogische Fragen; die Zusammensetzung des Turmalins (Neues Jahrb. f. Min.). S. 67.
- Tetraëdermodelle bei Vierstoffsyste men und die Zusammensetzung der Alkali-Amphibole (Neues Jahrb. f. Min.). S. 67.
- Zur chemischen Zusammensetzung der tonerdehaltigen Augite, eine Anwendung quaternärer graphischer Darstellungen auf mineralogische Fragen (Ztschr. f. Kryst.). S. 67.
- Bolle, J.: Die Olivenölgewinnung in Österreich und ihre Verbesserung (Wien. Landwirtsch. Ztg.). S. 773.
- Borutta, H.: Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med.). S. 454.
- Braun, Fritz: Einfluß der Tagesdauer auf das Vogelleben. S. 604.
- Brown, E. W.: Die Brownischen Mondtafeln (Beibl. z. d. Ann. d. Physik). S. 592.
- Buder, J.: Zur Kenntnis der phototaktischen Richtungsbewegungen (Jahrb. f. wiss. Bot.). S. 480.
- Bürgi, Emil: Das Chlorophyll als blutbildendes und belebendes Agens (Therapeut. Monatsh.). S. 315.
- Charlier, C. V. L.: Wie eine unendliche Welt aufgebaut sein kann (Meddel. fr. Lunds Astr. Obs.). S. 663.
- Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem (Meddel. Lunds Astr. Obs.). S. 694.
- Chauveau, A.: Über die geringere Widerstandskraft geschwächter Organismen gegen die zerstörende Wirkung des Tuberkelbazillus (Compt. rend.). S. 744.
- Christen: Sekundärstrahlen und Härtegrad (Fort-schritte a. d. Geb. d. Röntgenstr.). S. 108.

¹⁾ Außer den in der „Zeitschriftenschau“ enthaltenen.

- Coupin, H.: Über die Widerstandsfähigkeit der marinen Bakterien gegenüber dem Salzgehalt (Compt. Rend.). S. 712.
- Danysz, J.: Behandlung von Kriegsverletzungen mit Lösungen von Silbernitrat 1 : 200 000—500 000 (Compt. rend.). S. 712.
- Demoll, Reinhard: Die bannende Wirkung künstlicher Lichtquellen auf Insekten (Biol. Zentralblatt). S. 391.
- Die übliche Auffassung des Fliegens der Käfer (Zool. Anz.). S. 537.
- Über die künstliche Beeinflussung der Lebensdauer (Natur u. Kultur). S. 538.
- Dessauer, F.: Über Glühkathodenröhren (Coolidge-Röhren) und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie (Münch. Med. Wochenschr.). S. 425.
- Dewitz, J.: Über künstliche Aufhebung des Spinnens der Arthropoden (Zool. Anz.). S. 536.
- Diels, L.: Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich. S. 568.
- Doflein, F.: Die vegetative Fortpflanzung von *Amoeba proteus* Pall (Zool. Anz.). S. 536.
- Eitel, W.: Über Vielstoffsysteme (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 67.
- Einstein, A.: Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie (Berl. Ber.). S. 663.
- Emich, F.: Über Siedepunktsbestimmung im Kapillarröhrchen (Wien. Monatsh. f. Chem.). S. 107.
- Erlwein, G.: Elektrolyseure zur Herstellung von unterchlorigsaurem Natrium für Wasserwerke, Abwasser- und Desinfektionsbetriebe (Journ. f. Gasbeleucht. u. Wasserversorg.). S. 647.
- Friedrich, Hans: Die Tragödie der Flußmuscheln (Zool. Beobacht.). S. 726.
- Frisch, Karl v.: Ein Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte bei solitären Bienen (Biol. Zentralbl.). S. 538.
- Gewecke: Über einen Ersatz der Platinschalen bei Elektroanalysen (Chem.-Ztg.). S. 679.
- Glocker, R., und W. Reusch: Ergebnisse der Röntgenstrahlenanalyse (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.). S. 424.
- Goetsch, Wilhelm: Beobachtungen und Versuche an Süßwasserpolyphen (Hydra fusca) (Biol. Zentralbl.). S. 390.
- Guillemard, H., und G. Regnier: Beobachtungen über die physiologische Wirkung des Hochgebirgsklimas (Compt. rend.). S. 743.
- Hägglund: Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol (Veweg 1915). S. 59.
- Hartmann, Otto: Über den Einfluß der Temperatur auf Größe und Beschaffenheit von Zelle und Kern (Arch. f. Entw. Mech. d. Organismen). S. 568.
- Hasselwander, A.: Die röntgenographische und röntgenoskopische Anwendung der Rasterstereoskopie (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.). S. 508.
- Haßmann, A.: Über die Ausbreitung einer ebenen Lichtwelle in einem Medium mit kontinuierlich veränderlichem Brechungsindex (Astron. Nachr.). S. 592.
- Hensalech, G. A.: Spektralflammen von sehr großer Leuchtkraft (Phil. Mag.). S. 71.
- Hennicke: Über schwindende Vogelarten in Deutschland (Naturdenkmäler). S. 292.
- Henze, H.: Einfluß der Sonnenumdrehung auf die meteorologischen Elemente (Meteorol. Ztschr.). S. 505.
- Hertzprung: Photographische Messung der Lichtverteilung im mittleren Gebiete des kugelförmigen Sternhaufens Messier 3. (Astron. Nachr.). S. 592.
- Hesselman, H.: Über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht (Mitt. a. d. forstl. Versuchsanst. Schwedens). S. 315.
- Hettner, A.: Die Einheit der geographischen Wissenschaft (Vortrag i. Zentralinst. f. Erzieh. u. Unterr.). S. 739.
- Heyde, H.: Die Höhengnullpunkte der amtlichen deutschen Kartenwerke (Festband, Albrecht Penck). S. 740.
- Hirsch, E.: Die Wirkung der Versalzung der Gewässer auf ihre Fauna (Zool. Jahrb.). S. 66.
- Hoffmeister, C.: Ein eigenartiger Asteroidenfund (Astron. Nachr.). S. 142.
- Hofmann, A.: Atmosphärische Polarisation (Wetter). S. 506.
- Hofmann, K. A.: Über die volumetrische Wasserstoffbestimmung mittels aktivierter Chloratlösung (Ber. d. D. Chem. Ges.). S. 590.
- und H. Schibsted: Ein interessanter Beitrag zur Kenntnis der Kontaktgifte (Ber. d. D. Chem. Ges.). S. 591.
- Jänecke, E.: Vollständige Übersicht über die Lösungen ozeanischer Salze. I. u. II. Mitt. (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 69.
- Jehn, W., und Th. Naegeli: Experimentelle Untersuchungen über Luftembolie (Ztschr. f. d. ges. exp. Med.). S. 455.
- Igersheimer: Zur Pathologie der Sehbahn (Graefes Arch.). S. 741.
- Ishino, M.: Die Zerstreuung und Absorption der Gammastrahlen (Phil. Mag.). S. 425.
- Kathariner, L.: Über die Ursachen des Zittertums und künstliche Zwitterbildung (Münch. Med. Wochenschr.). S. 130.
- Keilhack: Zusammenhängende kartographische Darstellung der Dünengebiete Norddeutschlands (Monatsber. d. D. Geol. Ges.). S. 131.
- Kienle, H.: Erfahrungen mit neuen Riefler-Uhren (Astron. Nachr.). S. 142.
- Kirch, Eugen: Das Problem der Krebsentstehung (Vortrag i. naturw. Verein z. Würzburg). S. 455.
- Knüpferle, L., und J. E. Lilienfeld: Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen (Freiburg i. B. 1917). S. 423.
- Köppen, W.: Wichtigkeit von Wolkenbeobachtungen (Meteorol. Ztschr.). S. 506.
- Kraepelin, Emil: Hundert Jahre Psychiatrie (Vortrag i. d. D. Forschungsges. f. Psych.). S. 551.
- Krause, Anton: Über die Waldspitzmaus in der Gefangenschaft (Zool. Beobacht.). S. 727.
- Kuhn und Steiner: Über die Ursache der multiplen Sklerose (Med. Klinik). S. 48.
- Kutter, Heinrich: Ein Friedhof der Walzameise (Biol. Zentralbl.). S. 538.
- Kyropoulos, S.: Zur Unterscheidung der Aggregatzustände verschiedener SiO_2 -Arten mittelst ihrer Röntgenstrahlen-Interferenzbilder (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 69.
- Lachmann, R.: Die Carnallitisierung der Südharkalilager (Neues Jahrb. f. Min.). S. 69.
- Lange, E.: Die Ausnutzung von Bodenschätzen durch das Volk der Baja in Ostkamerun (D. Kolonialblatt). S. 552.

- Leidhold, Cl.: Über die Verbreitung der Ostracoden im Unterdevon rheinischer Facies (Zentralbl. für Min., Geol. u. Pal.). S. 507.
- Lenard, P.: Probleme komplexer Moleküle (Sitzber. d. Heidelb. Akad.). S. 82.
- Lense, J.: Kinetische Gastheorie und Fixsternsystem (Astron. Nachr.). S. 664.
- Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem (Phys. Ztschr.). S. 663.
- Lick-Sternwarte: Auffindung des 9. Jupitermondes (Bull. of the Lick Observatory). S. 168.
- Lilienfeld: Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum (Ber. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig). S. 36.
- Lindner, Erwin: Über das Liebesspiel einer Fliege (Ztschr. f. wiss. Insektenbiol.). S. 727.
- Maanen, A. von: Parallaxe und Dimensionen des Ringnebels in der Leyer (Nature). S. 508.
- Marcusson, J., und H. Smekus: Das Montanwachs und sein Verhalten bei der Destillation (Chem.-Ztg.). S. 129.
- Maurer, J.: Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den Haloerscheinungen (Meteorol. Ztschr.). S. 506.
- Maurié, E.: Über den Nährwert des Osseins und über den Vorteil seiner Einbeziehung in die Ernährung (Compt. rend.). S. 744.
- Mayersohn, M.: Die Begünstigung von Regen durch Elektrizität (Der Tropenpflanzer). S. 628.
- Mecking, L.: Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der elfjährigen Klimaperiode (Ann. d. Hydrogr.). S. 467.
- Meißner, Otto: Die Wirkung der Winterkälte 1917 auf das Insektenleben (Internat. Entomol. Ztschr.). S. 408.
- Miège, E., und H. Coupé: Über den Einfluß von X-Strahlen auf das Pflanzenwachstum (Compt. rend.). S. 743.
- Mieho: Weitere Untersuchungen über die Bakterien-symbiose bei *Ardisia crispa* (Jahrb. f. wiss. Bot.). S. 567.
- Minder, Leo: Zur Hydrophysik des Zürich- und des Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees (Arch. f. Hydrobiol.). S. 456.
- Molliard, M.: Der freie Stickstoff und die höheren Pflanzen (Compt. rend.). S. 744.
- Moravansky: Ein eigenartiger Asteroïdenfund (Astron. Nachr.). S. 142.
- Motorwagen: Welterzeugung und -verbrauch von Kautschuk (Motorwagen). S. 439.
- Müntz, A., und E. Lainé: Studien über die Bildung von Senkstoffen (Compt. rend.). S. 712.
- Néophytus, Frère: La Préhistoire en Syrie-Paléatine (L'Anthropologie). S. 155.
- Neuberg, Carl: Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen (Sitzungsber. d. Pr. Akad. u. Biochem. Ztschr.). S. 626.
- und E. Reinfurth: Festlegung der Aldehydstufe bei der alkoholischen Gärung (Biochem. Ztschr.). S. 627.
- Neumann, Oscar: Avifauna des unteren Senegalgebietes (Festschr. f. Geh.-Rat Reichenow). S. 455.
- Neumann und Draibach: Amerikas Bestrebungen zur Schaffung einer Kaliindustrie (Ztschr. f. angew. Chem.). S. 440.
- Nigghi, P.: Gleichgewichte zwischen TiO_2 und CO_2 sowie SiO_2 und CO_2 in Alkali-, Kalk-Alkali- und Alkali-Aluminatschmelzen (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 68.
- Ott, E.: Über die Zerstörung von Beton durch Gaswasser (Chem.-Ztg.). S. 591.
- Pézar, A.: Über die experimentelle Umwandlung der sekundären Geschlechtsmerkmale bei den Hühnervögeln (Compt. rend.). S. 712.
- Phisalix, M.: Die Wirkung von Tollwutvirus auf Amphibien (Compt. rend.). S. 744.
- Impfung mit Hautschleim von Amphibien und mit Natterngift gegen experimentelle Tollwut (Compt. rend.). S. 744.
- Platte, B.: Vererbungsstudien an Mäusen (Arch. f. Entwicklungsmechan.). S. 477.
- Plato: Die mitteleuropäischen Staaten und die internationale Meterkonvention (Ztschr. d. Ver. D. Ing.). S. 153.
- Pösch, R.: 4. Bericht über die von der Wiener Anthropologischen Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien (Mitt. d. anthropol. Ges. in Wien). S. 742.
- Poole, E. H.: Isolationswiderstand und Dielektrizitätskonstante des Glimmers (Phil. Mag.). S. 120.
- Postolka, A.: Über Eierfäulnis (Wien. tierärztl. Monatsschr.). S. 70.
- Raebiger: Zur Verwertung der Pilze (Ztschr. f. Fleisch- und Milchhygiene). S. 480.
- Rankin, G. A., und H. E. Merivin: Das ternäre System $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (Ztschr. f. anorg. Chem.). S. 67.
- Rasmussen, Knud: Zweite Thule-Expedition 1916/18 (Vorläuf. Bericht). S. 677.
- Rasser, E. O.: Die chemischen Wasserreinigungsmethoden (Ztschr. d. Ver. von Gas- und Wasserfachmännern in Österreich-Ungarn). S. 552.
- Régamey, R.: Über den Krebs bei Pflanzen (Compt. rend.). S. 743.
- Regener: Über die Schärfe der Röntgenbilder und ihre Verbesserung (Münch. Med. Wochenschr.). S. 108.
- Reuter, Karl: Über die Verwendung der Kälte in der anatomischen Technik (Ztschr. f. angew. Anat.). S. 154.
- Richardson, O. W., und C. B. Bazzoni: Die kürzeste Wellenlänge (Phil. Mag.). S. 35.
- Richarz: Der Meteoritenfall von Treysa in Hessen (Schrift. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg). S. 678.
- Richter, R. und E.: Bemerkungen über das Schnauzenschild (Scutum rostrale) bei Homalonoten (Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal.). S. 507.
- Rinne, F.: Zur Krystallstereochemie (Zeitschr. f. anorg. Chem.). S. 69.
- Beiträge zur Kenntnis der Krystall-Röntgenogramme (Ber. d. Sächs. Ges. d. Wiss.). S. 69.
- Beiträge zur Kenntnis des Feinbaus der Krystalle (Neues Jahrb. f. Min.). S. 69.
- Roubaud, E.: Wachstum und selbsttätige Zerstörung der Stubenfliege im Pferdemist (Compt. Rend.). S. 776.
- Rózsa, M.: Über die Ausscheidung und Thermometamorphose der Zechsteinsalze Bischofit, Kanit und Astrakanit (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 69.
- Über die posthumer Einlagerungen im Hauptanhydrit (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 69.
- Rudel: Verwitterung (Meteorol. Ztschr.). S. 507.

- Ruff, O.: Über die Bildung des Diamanten (Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.). S. 69.
- Rutherford, E.: Wellenlänge der durchdringenden Gammastrahlen (Phil. Mag.). S. 118.
- Sampson: Erklärung der Sonnenflecken (Monthly Not. of the Roy. Astron. Soc.). S. 168.
- Schade, A.: Die Schwefelflechte der Sächsischen Schweiz (Isis). S. 130.
- Schiche, E.: Vorstudien zu biologischen Beobachtungen am Zwergwels (Zoolog. Anz.). S. 537.
- Schilling, F.: Neue geometrische Methode der röntgenologischen Fremdkörperlokalisation (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.). S. 108.
- Schmidt, Hugo: Beobachtungen an einem Nest von *Vespa germanica* (Ztschr. f. Insektenbiol.). S. 392.
- Schneider, Rudolf: Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des Wetters (Meteorol. Ztschr.). S. 104.
- Schönberg, E.: Lichtmessungen an Planetenscheiben (Veröffentl. d. Sternwarte z. Dorpat). S. 760.
- Schultz, A.: Anthropologische Untersuchungen an der Schädelbasis (Arch. f. Anthropol.). S. 742.
- Schumann, R.: Untersuchung einer neueren Pulkowaer Beobachtungsreihe zur Polhöhen-schwankung in bezug auf systematische Beeinflussung (Wien. akad. Sitz.-Ber.). S. 759.
- Schwab, Fr.: Ein neuer veränderlicher Stern sechster Größe im Sternbilde des Fuhrmanns (Astron. Nachr.). S. 508.
- Schweissguth: Der Vorgang des Fließens im gepreßten Messingblech beim hydraulischen Spritzen von Stangen (Ztschr. d. Ver. D. Ing.). S. 553.
- Seeliger, H. v.: Über das Newtonsche Gravitationsgesetz (Astron. Nachr. und Münch. Ber.). S. 663.
- Selys-Longchamps, M. de: Über Autotomie und Regeneration der Eingeweide bei *Polycarpa tenera* Lacaze und Delage (Compt. rend.). S. 712.
- Seurat, L. G.: Über vorzeitige Befruchtung einer *Oxyuris*. (Compt. rend.). S. 744.
- Slipher, V. M.: Spektrum des Kometen Wolf (Nature). S. 168.
- Soergel, W.: Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente (Habilitationvortrag). S. 105.
- Soffel, Karl: Das Kleintierleben um Locarno (Lago maggiore) (Zool. Beobacht.). S. 726.
- *Askania nova* (Kosmos). S. 775.
- Spek, Josef: Oberflächenspannungsdifferenzen als eine Ursache der Zellteilung (Arch. f. Entwicklungsmechan.). S. 478.
- Differenzen im Quellungszustand der Plasmakolloide als eine Ursache der Gastrulainvasion (Kolloidchem. Beitr.). S. 479.
- Stäger, Robert: Biologische Beobachtungen an der Cieindelenlarve (Mitt. d. Naturforsch. Ges. in Bern). S. 409.
- Stähler, A.: Über die Synthese von Zyaniden im elektrischen Druckofen (Ber. d. D. Chem. Ges.). S. 648.
- Stark, P.: Über den Einfluß von Kontaktreizen und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den Turgeszenzzustand von Keimstengeln (Ber. d. D. Bot. Ges.). S. 479.
- Steuart, R.: Die englische Schieferöl-Industrie (Vortr. v. d. engl. Ges. f. chem. Indust. i. Edinburgh). S. 439.
- Stresemann, Erich: Über gemischte Vogelschwärme. S. 292.
- Strömgren, E. und J. Olsen: Kombinierte Taschenuhr für Sternzeit und mittlere Zeit. S. 508.
- Sverdrup, H. U.: Die Ursache der Klimaschwankungen (Ann. d. Hydrogr. u. maritim. Meteorol.). S. 566.
- Szymanski, J. S.: Das Prinzip der raumausfüllenden Rezeptionsfähigkeit (Biol. Zentralbl.). S. 391.
- Das Verhalten der Landinsekten und Spinnen dem Wasser gegenüber (Biol. Zentralbl.). S. 725.
- Der Schwimm-Mechanismus der Roßameise (Biol. Zentralbl.). S. 727.
- Tate, J. T.: Das Spektrum des Quecksilberdampfes (Phys. Rev.). S. 119.
- Terres, E.: Studien über die Bindung des Stickstoffs in der Kohle und im Koks (Journ. f. Gasbeleuchtg.). S. 107.
- Thienemann, A.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen (Arch. f. Hydrobiol.). S. 507.
- Ob die Zugvögel Vorbereitungen zu ihren Reisen treffen? S. 604.
- Tiede, E.: Über die Reindarstellung von Stickstoff durch Zersetzung von Aziden im Hochvakuum (Ber. d. D. Chem. Ges.). S. 440.
- Toldt, K., jun.: Über eine ganz eigenartige, in mehrfacher Hinsicht interessante Hirschstangen-Abnormität (Zool. Jahrb.). S. 156.
- Trautmann, W.: Eine Ameise als Gemüseschädling (Internat. Entomol. Ztschr.). S. 409.
- Vogel, R.: Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des Maikäferfühlers zustande? (Biol. Zentralbl.). S. 538.
- Walter: Über scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in einfachen Röntgenbildern (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.). S. 108.
- Waring: Eisenbahnverbindung Ceylons mit Vorderindien. S. 566.
- Wasmann, E.: Die Ausbreitung der argentinischen Ameise in der Kapkolonie und ihr Einfluß auf die einheimische Ameisenfauna (Entomol. Mitt.). S. 408.
- Totale Rotblindheit der kleinen Stubenfliege (Biol. Zentralbl.). S. 538.
- Webster, D. L.: Röntgenstrahlen und Quantentheorie (Phys. Rev.). S. 119.
- Wegener, A.: Meteoritenfall vom 3. April 1916 (Schriften d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. z. Marburg). S. 316.
- Über die planmäßige Auffindung des Meteoriten von Treysa (Astron. Nachr.). S. 759.
- Werner, F.: Über die Kleintierwelt der südlichen Balkanländer (Zool. Beob.). S. 391.
- White, W. P.: Die günstigste Anordnung von Kalorimetern (Phys. Rev.). S. 130.
- Wilkens, A.: Neues über die Jupiterplaneten (Astron. Nachr.). S. 614.
- Willstätter, Richard, und Arthur Stoll: Über Peroxydase (Liebigs Annal. d. Chem.). S. 627.
- Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure (Ber. d. D. Chem. Ges.). S. 70.
- Wintz, H.: Die selbsthärtende Siederöhre, das Tiefentherapierrohr (Münch. Med. Wochenschr.). S. 36.
- Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung (Münch. Med. Wochenschr.). S. 48.

- Wirtz, C.: Über die Trift der Nebelflecke (Astron. Nachr.). S. 695.
- Wöhler: Eine Knallgasexplosion in der Stahlflasche (Ztschr. f. angew. Chem.). S. 774.
- Wolf, M.: Schwache raschbewegte Sterne bei δ Arietis (Astron. Nachr.). S. 508.
- Sterne mit größerer Eigenbewegung (Astron. Nachr.). S. 614.
- Wolff, H.: Neue Berechnung der Schwerestörungen auf dem Atlantischen Ozean (Ztschr. f. Verw. Wesen). S. 456.
- Wood, R. W., und S. Okana: Quantenbeziehung für das Auftreten des Einlinienspektrums (Phil. Mag.). S. 120.
- Würfel, Gotthard: Die Kohlenschätze der Erde und ihre Erschöpfung (Wirtschaftl. Arch.). S. 106.
- Wüst, Ew.: Die Zahl der Gervilleiabänke im mittleren Buntsandstein (Zentralbl. f. Min.). S. 131.
- Zaeppfel, E.: Über die Verteilung der Spaltöffnungen bei den Keimlingen einiger Gramineen (Compt. rend.). S. 743.
- Zanicki, Constantin, und Felix Rosen: Le cycle évolutif du *Dibothriocephalus latus* (Bull. de la Soc. neuchâteloise des scienc. natur.). S. 47.
- Zuntz, N., und A. Loewy: Weitere Untersuchungen über den Einfluß der Kriegskosten auf den Stoffwechsel (Biochem. Ztschr.). S. 743.

Zuschriften an die Herausgeber und vorläufige Mitteilungen.

- Baschin, O., Riffelbildung und gleitende Reibung. S. 521.
- Born, M., und A. Landé, Die Abstände der Atome im Molekül und im Kristalle. (Vorläufige Mitteilung.) S. 496.
- Brieger, Walter, Gasbäder mit Schwefeldioxyd. S. 739.
- Jentzsch-Graefe, Felix, Die Sichtbarmachung von Unterseebooten und Minenfeldern vom Flugzeug aus. S. 709.
- Magnus, Werner, Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten. S. 165.
- Paneth, Fritz, Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements. S. 646.
- Plempner van Balen, B. A., Haareis. S. 676.
- Pockels, Agnes, Zur Frage der Ölflecke auf Seen. S. 118.
- Reiche, Fritz, Die Quantentheorie; ihr Ursprung und ihre Entwicklung. Nachträgliche Bemerkungen. S. 419.
- und A. Smekal, Zur Theorie der Röntgen-Spektren. (Vorläufige Mitteilung.) S. 304.
- Stellwaag, F., Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten. S. 303.

Kleine Mitteilungen.

- Aldehyde, Über eine allgemeine Beziehung der — zu der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen. S. 626.
- Aldehydstufe, Festlegung der — bei der alkoholischen Gärung. S. 627.
- Alpen, französische, Erdfall in den —. S. 467.
- Ameise, Eine — als Gemüseschädling. S. 409.
- argentinische, Die Ausbreitung der — in der Kapkolonie und ihr Einfluß auf die einheimische Ameisenfauna. S. 408.
- Roß, Der Schwimm-Mechanismus der —. S. 727.
- Wald- (*Formica rufa* L.), Ein Friedhof der —. S. 538.
- Amoeba proteus Pall, Die vegetative Fortpflanzung von —. S. 536.
- Anatomische Technik, Die Verwendung der Kälte in der —. S. 154.
- Anthropologische Gesellschaft, Bericht über die von der Wiener — in den k. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. S. 742.
- Anziehung eines unendlichen Sternsystems. S. 663.
- Ardisia crispa, Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei —. S. 567.
- Arthropoden, Über künstliche Aufhebung des Spinnens der —. S. 536.
- Askania nova. S. 775.
- Asteroidenfund, Ein eigenartiger —. S. 142.
- Atlantischer Ozean, Neue Berechnung der Schwerestörungen auf dem —. S. 456.
- Atmosphärische Polarisation. S. 506.
- Atmungsvorgänge, Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und den —. S. 626.
- Avifauna des unteren Senegalgebietes. S. 455.
- Azetylen, Korkersatz aus —. S. 648.
- Bakteriensymbiose, Weitere Untersuchungen über die — bei *Ardisia crispa*. S. 567.
- Balkanländer, Über die Kleintierwelt der südlichen —. S. 391.
- Befruchtung, vorzeitige, Über — einer *Oxyuris*. S. 744.
- Beton, Über die Zerstörung von — durch Gaswasser. S. 591.
- Bienen, Ein Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte bei solitären —. S. 538.
- Buntsandstein, mittlerer, Die Gervilleiabänke des —. S. 130.
- Ceylon, Eisenbahnverbindung — mit Vorderindien. S. 566.
- Chlorophyll, Das — als blutbildendes und belebendes Agens. S. 315.
- Cicindelenlarve, Biologische Beobachtungen an der —. S. 409.
- Coolidge-Röhren, Über Glühkathodenröhren und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie. S. 425.
- Diamanten in seinen Bildungserscheinungen. S. 69.
- Dibothriocephalus latus*, Der Entwicklungsgang des —. S. 47.
- Diskussionsabende, geophysikalische. S. 466.
- Dünengebiete Norddeutschlands, Eine zusammenhängende kartographische Darstellung der —. S. 131.
- Eierfäulnis. S. 70.
- Eigenbewegung, Sterne mit größerer —. S. 614.
- Eingeweide, Über Autotomie und Regeneration der — bei *Polycarpa tenera* Lacaze und Delage. S. 712.
- Einlinienspektrum, Quantenbeziehung für das Auftreten des —. S. 120.

- Elektrizitätsleitung, Die — im extremen Vakuum. S. 36.
- Elektroanalysen, Über einen Ersatz der Platinschalen bei —. S. 679.
- Elektrolyseure zur Herstellung von unterchlorigsaurem Natrium für Wasserwerke, Abwasser- und Desinfektionsbetriebe. S. 647.
- Elektrotherapie, Moderne Fragen der —. S. 662.
- Elemente, meteorologische, Einfluß der Sonnenumdrehung auf die —. S. 505.
- Entomologie, angewandte, Die Deutsche Gesellschaft für —. S. 539.
- Erdfall in den französischen Alpen. S. 467.
- Erdmessung, internationale, Die Zukunft der —. S. 467.
- Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich. S. 568.
- Farbensinn, Geruchssinn und — bei Tagfaltern. S. 408.
- Fauna, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der — in norddeutschen Seen. S. 507.
- Feinbau der kristallisierten Materie. S. 69.
- Fixsternsystem, Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das —. S. 694.
- Kinetische Gastheorie und —. S. 664.
- Fliege, Über das Liebesspiel einer —. S. 727.
- Stuben-, (*Homalomyia cunicularis* L.), Totale Rotblindheit der kleinen —. S. 538.
- — Wachstum und selbsttätige Zerstörung der — im Pferdemit. S. 776.
- Fliegen, Die übliche Auffassung des — der Käfer. S. 537.
- Fließen, Der Vorgang des — im gepreßten Messingblock beim hydraulischen Spritzen. S. 553.
- Flußmuscheln, Die Tragödie der —. S. 726.
- Fremdkörperlokalisation, röntgenologische, Neue geometrische Methode der —. S. 108.
- Fuß, Rudolf, Nachruf für —. S. 506.
- Gärung, alkoholische, Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der — und den Atmungsvorgängen. S. 626.
- — Festlegung der Aldehydstufe bei der —. S. 627.
- Gammastrahlen, Wellenlänge der durchdringenden —. S. 118.
- Die Zerstreuung und Absorption der —. S. 425.
- Gastheorie, kinetische, Über die Anwendbarkeit der — auf das Fixsternsystem. S. 694.
- — und Fixsternsystem. S. 664.
- Gastrulainvasion, Differenzen im Quellungs- zustand der Plasmakolloide als eine Ursache der —, sowie der Einstülpungen und Faltungen von Zellplatten überhaupt. S. 479.
- Gemüseschädling, Eine Ameise als —. S. 409.
- Geographie, Die Einheit der —. S. 739.
- Geographische Abende. S. 739.
- Zeitschriften, neue. S. 467.
- Geophysikalische Diskussionsabende. S. 466.
- Geruchs- und Farbensinn bei Tagfaltern. S. 408.
- Gervilleiabänke, Die — des mittleren Buntsandsteins. S. 131.
- Geschlechtsmerkmale, sekundäre, Über die experimentelle Umwandlung der — bei den Hühner- vögeln. S. 712.
- Geschlechtsunterschiede, psychische. S. 776.
- Gesichtsfeld, Klinische und anatomische Untersuchungen zur Lehre vom —. S. 741.
- Gesteinsmagmen, Probleme der flüchtigen Anteile in den —. S. 68.
- Glasartiges Porzellan. S. 439.
- Glimmer, Die Abhängigkeit des Isolationswiderstandes und der Dielektrizitätskonstante des —. S. 120.
- Glühkathodenröhren, Über — (Coolidge-Röhren) und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie. S. 425.
- Gramineen, Über die Verteilung der Spaltöffnungen bei den Keimlingen einiger —. S. 743.
- Hämoglobinurie der Rinder in Chili. S. 744.
- Härtegrad, Sekundärstrahlen und —. S. 108.
- Haloerscheinungen, Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den —. S. 506.
- Harzgewinnung, Über die — in Österreich-Ungarn. S. 438.
- Haut, Die Entdeckung des pigmentbildenden Ferments der —. S. 59.
- Himmel, Über die Helligkeit des — nach Lamberts Photometrie. S. 613.
- Hirschstangen-Abnormität, Über eine ganz eigenartige, in mehrfacher Hinsicht interessante —. S. 156.
- Hochgebirgsklima, Beobachtungen über die physiologische Wirkung des —. S. 743.
- Höhennullpunkte, Die — der amtlichen deutschen Kartenwerke. S. 740.
- Homalonen, Bestachelte Schnauzenschilder von rheinischen —. S. 507.
- Hühnervögel, Über die experimentelle Umwandlung der sekundären Geschlechtsmerkmale bei den —. S. 712.
- Impfung mit Hautschleim von Amphibien und mit Natterngift gegen experimentelle Tollwut. S. 744.
- Insekten, Die bannende Wirkung künstlicher Lichtquellen auf —. S. 391.
- Insektenleben, Die Wirkung der Winterkälte 1917 auf das —. S. 408.
- Jupitermond, Auffindung des 9. —. S. 168.
- Jupiterplaneten, Neues über die —. S. 614.
- Käfer, Die übliche Auffassung des Fliegens der —. S. 536.
- Kälte, Die Verwendung der — in der anatomischen Technik. S. 154.
- Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Die Institute und Unternehmungen der — zur Förderung der Wissenschaft. S. 34.
- Kaliindustrie, Amerikas Bestrebungen zur Schaffung einer —. S. 440.
- Kalkstickstoff, nichtstäubender. S. 648.
- Kalorimeter, Die günstigste Anordnung von —. S. 130.
- Kautschuk, Welterzeugung und -verbrauch von —. S. 439.
- Kleintierleben, Das — um Locarno (Lago maggiore). S. 726.
- Kleintierwelt, Über die — der südlichen Balkanländer. S. 391.
- Klimaperiode, elfjährige, Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der —. S. 467.
- Klimaschwankungen, Die Ursache der —. S. 566.
- Klimaverhältnisse der Vorzeit. S. 628.
- Knallgasexplosion in der Stahlflasche. S. 774.
- Kohlensäure, Untersuchungen über die Assimilation der —. S. 70.
- Kohlensätze der Erde und ihre Erschöpfung. S. 106.
- Kolloidchemie der mineralischen Naturkörper. S. 68.
- Komet, Ein in Auflösung begriffener —. S. 168.
- Wolf, Spektrum des —. S. 168.
- Kometen, periodische. S. 614.

- Kontaktgift, Ein interessanter Beitrag zur Kenntnis des —. S. 591.
- Kontaktreize, Über den Einfluß von — und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den Turgeszenzzustand von Keimstengeln. S. 479.
- Kontinente, Das Problem der Permanenz der Ozeane und —. S. 105.
- Korkersatz aus Azetylen. S. 648.
- Krebs, Über den — bei Pflanzen. S. 743.
- Krebsentstehung, Das Problem der —. S. 454.
- Kriegskosten, Weitere Untersuchungen über den Einfluß der — auf den Stoffwechsel. S. 743.
- Kriegsverletzungen, Behandlung von — mit Lösungen von Silbernitrat. S. 712.
- Kristallchemie, Analytisch-statistische Untersuchungen. S. 67.
- Landinsekten, Über das Verhalten der — und Spinnen dem Wasser gegenüber. S. 723.
- Lebensdauer, Über die künstliche Beeinflussung der —. S. 538.
- Lehm als Nahrungsmittel. S. 552.
- Leyer, Parallaxe und Dimensionen des Ringnebels in der —. S. 508.
- Lichtmessungen an Planetenscheiben. S. 760.
- Lichtquellen, künstliche, Die bannende Wirkung — auf Insekten. S. 391.
- Lichtwelle, Über die Ausbreitung einer ebenen — in einem Medium mit kontinuierlich veränderlichem Brechungsindex. S. 592.
- Locarno (Lago maggiore), Das Kleintierleben um —. S. 726.
- Luftembolie, Experimentelle Untersuchungen über —. S. 455.
- Luftfilter, Ein neues —. S. 567.
- Maikäferfühler, Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des — zustande? S. 538.
- Materie, kristallisierte, Feinbau der —. S. 68.
- Maus, Waldspitz-, Über die — in der Gefangenschaft. S. 727.
- Vererbungsstudien an —. S. 477.
- Meeresforschung, internationale. S. 479.
- Metacarpal- und Metatarsalknochen, Die Verknöcherung der — beim neolithischen Menschen. S. 744.
- Meteorit von Treysa, Über die planmäßige Auffindung des —. S. 759.
- Meteoritenfall vom 3. April 1916. S. 316.
- Der — von Treysa in Hessen. S. 678.
- Meterkonvention, internationale, Die mitteleuropäischen Staaten und die —. S. 153.
- Methylalkoholgehalt der Spritze. S. 59.
- Mineralogisch-petrographische Mitteilungen. S. 67.
- Mineralsynthesen, Über —. S. 57.
- Mondtafeln, Die Brownschen —. S. 592.
- Montanwachs, Das — und sein Verhalten bei der Destillation. S. 129.
- Multiple Sklerose als Folge einer Spirochäteninfektion. S. 48.
- Muscheln, Fluß-, Die Tragödie der —. S. 726.
- Nachtblindheit. S. 775.
- Nahrungsmittel, Lehm als —. S. 552.
- Naturkörper, mineralische, Kolloidchemie der —. S. 68.
- Nebelflecke, Über die Trift der —. S. 695.
- Nichtstäubender Kalkstickstoff. S. 648.
- Nitratbildung, Über die — in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht. S. 315.
- Norddeutschland, Eine zusammenhängende kartographische Darstellung der Dünengebiete —. S. 131.
- Oberflächenspannungsdifferenzen als eine Ursache der Zellteilung. S. 478.
- Österreich-Ungarn, Über die Harzgewinnung in —. S. 438.
- Olivenölgewinnung in Österreich und ihre Verbesserung. S. 773.
- Osefin, Über den Nährwert des — und über den Vorteil seiner Einbeziehung in die Ernährung. S. 744.
- Ostracoden im Rheinischen Unterdevon. S. 507.
- Oxyuris, Über vorzeitige Befruchtung einer —. S. 744.
- Ozeane, Das Problem der Permanenz der — und Kontinente. S. 105.
- Paläogeographische Mitteilungen. S. 579.
- Permanenz der Ozeane und Kontinente, Das Problem der —. S. 105.
- Peroxydase, Über —. S. 627.
- Pflanzenwachstum, Über den Einfluß von X-Strahlen auf das —. S. 743.
- Phototaktische Richtungsbewegungen, Zur Kenntnis der —. S. 480.
- Pigmentbildendes Ferment, Die Entdeckung des — der Haut. S. 59.
- Pilze, Verwertung der —. S. 480.
- Planetenscheiben, Lichtmessungen an —. S. 760.
- Plasmakolloide, Differenzen im Quellungszustand der — als eine Ursache der Gastrulainvagination, sowie der Einstülpungen und Faltungen von Zellplatten überhaupt. S. 479.
- Platinschalen, Über einen Ersatz der — bei Elektroanalysen. S. 679.
- Polarisation, atmosphärische. S. 506.
- Polhöhenchwankung, Beitrag zur Kenntnis der —. S. 759.
- Polycarpa tenera Lacaze und Delage, Über Autotomie und Regeneration der Eingeweide bei —. S. 712.
- Polypen, Süßwasser- (Hydra fusca), Beobachtungen und Versuche an —. S. 390.
- Porzellan, glasartiges. S. 439.
- Préhistoire, La — en Syrie-Palästine. S. 155.
- Psychiatrie, Hundert Jahre —. S. 551.
- Psychische Geschlechtsunterschiede. S. 776.
- Quantenbeziehung für das Auftreten des Einlinienspektrums. S. 120.
- Quantentheorie, Röntgenstrahlen und —. S. 119.
- Quecksilberdampf, Das Spektrum des —. S. 119.
- Rasmussen, Knud — zweite Thule-Expedition 1916 bis 1918. S. 677.
- Rassendiagnostisches Merkmal, Form und Größe der Schädelbasis als —. S. 742.
- Rasterstereoskopie, Die röntgenographische und röntgenoskopische Anwendung der —. S. 508.
- Regen, Künstliche Erzeugung von —. S. 628.
- Regenfälle, Starke — in der Sahara. S. 466.
- Rezeptionsfähigkeit, raumausfüllende, Das Prinzip der —. S. 391.
- Riefler-Uhren, Erfahrungen mit neuen —. S. 142.
- Rinder, Die Hämoglobinurie der — in Chili. S. 744.
- Ringnebel, Parallaxe und Dimensionen des — in der Leyer. S. 508.
- Röntgenbilder, Über scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in einfachen —. S. 108.
- Über die Schärfe der — und ihre Verbesserung. S. 108.

- Röntgenenergie, Die wirksame — in der Tiefen-
therapie und ihre Messung. S. 48.
- Röntgenstrahlen, Grundlage therapeutischer An-
wendung von —. S. 423.
- und Quantentheorie. S. 119.
- Röntgenstrahlenanalyse, Ergebnisse der —. S. 424.
- Roßameise, Der Schwimm-Mechanismus der —. S. 727.
- Rotblindheit, Totale — der kleinen Stubenfliege
(*Homalomyia cunicularis* L.). S. 538.
- Sächsische Schweiz, Die Schwefelflechte der —.
S. 130.
- Sahara, Starke Regenfälle in der —. S. 466.
- Salzablagerungen aus dem Meerwasser. S. 69.
- Salzgehalt, Über die Widerstandsfähigkeit der
marinen Bakterien gegenüber dem —. S. 712.
- Sauerstoffgehalt, Untersuchungen über die Bezie-
hungen zwischen dem — des Wassers und der
Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen
Seen. S. 507.
- Schädelbasis, Form und Größe der — als rassen-
diagnostisches Merkmal. S. 742.
- Schieferöl-Industrie, Die englische —. S. 439.
- Schmelzgleichgewichte in petrographisch wichtigen
Systemen. S. 67.
- Schwefelflechte, Die — der Sächsischen Schweiz.
S. 130.
- Schwerestörungen, Neue Berechnung der — auf dem
Atlantischen Ozean. S. 456.
- Schwimm-Mechanismus, Der — der Roßameise.
S. 727.
- Schwindende Vogelarten, Über — in Deutschland.
S. 292.
- Sehbahn, Zur Pathologie der —. S. 741.
- Sekundärstrahlen und Härtegrad. S. 108.
- Senegalgebiet, Avifauna des unteren —. S. 455.
- Senkstoffe, Studien über die Bildung von — und
über ihren Transport durch die Gewässer in den
Alpen und den Pyrenäen. S. 712.
- Siedepunktsbestimmung im Kapillarröhrchen. S. 107.
- Siederöhre, Die selbsthärtende —, das Tiefenthera-
pierrohr. S. 36.
- Silbernitrat, Behandlung von Kriegsverletzungen
mit Lösungen von —. S. 712.
- Smoluchowski, Marian von, Biographisches über —.
S. 47.
- Sonnenflecken, Erklärung der —. S. 168.
- Zusammenhang zwischen den — und den Halo-
erscheinungen. S. 506.
- Sonnenumdrehung, Einfluß der — auf die meteoro-
logischen Elemente. S. 505.
- Spaltöffnungen, Über die Verteilung der — bei den
Keimlingen einiger Gramineen. S. 743.
- Spektralflammen von sehr großer Leuchtkraft. S. 71.
- Spinnen, Über künstliche Aufhebung des — der
Arthropoden. S. 536.
- Über das Verhalten der Landinsekten und —
dem Wasser gegenüber. S. 725.
- Spirochäteninfektion, Herdförmige Verhärtung als
Folge einer —. S. 48.
- Sprit, Methylalkoholgehalt der —. S. 59.
- Spritzen, hydraulisches, Der Vorgang des Fließens
im gepreßten Messingblock beim —. S. 553.
- Stahlflasche, Eine Knallgasexplosion in der —.
S. 774.
- Stereoskopie, Raster-, Die röntgenographische und
röntgenoskopische Anwendung der —. S. 508.
- Stern, Neuer veränderlicher —. S. 508.
- Sterne mit größerer Eigenbewegung. S. 614.
- Schwache, raschbewegte — bei δ Arietis. S. 508.
- Sternhaufen Messier 3, Photographische Messung
der Lichtverteilung im mittleren Gebiete des
kugelförmigen —. S. 592.
- Stickstoff, Studien über die Bindung des — in der
Kohle und im Koks. S. 107.
- Über die Reindarstellung von — durch Zer-
setzung von Aziden im Hochvakuum. S. 440.
- Der freie — und die höheren Pflanzen. S. 744.
- Stoffwechsel, Weitere Untersuchungen über den
Einfluß der Kriegskosten auf den —. S. 743.
- X-Strahlen, Über den Einfluß von — auf das
Pflanzenwachstum. S. 743.
- Süßwasserpolyphen (Hydra fusca), Beobachtungen
und Versuche an —. S. 390.
- Syrie-Palästine, La Préhistoire an —. S. 155.
- Tagfalter, Geruchs- und Farbensinn bei —. S. 408.
- Taschenuhr, Kombinierte — für Sternzeit und mitt-
lere Zeit. S. 508.
- Therapeutische Anwendung von Röntgenstrahlen.
Grundlagen —. S. 423.
- Thule-Expedition. Knud Rasmussens zweite —
1916/18. S. 677.
- Tiefentherapie, Über Glühkathodenröhren (Coo-
lidgeröhren) und ihre Bedeutung in der —. S. 425.
- Die wirksame Röntgenenergie der — und ihre
Messung. S. 48.
- Tiefentherapierrohr, Die selbsthärtende Siederöhre,
das —. S. 36.
- Tod, Der Mechanismus des — durch elektrischen
Starkstrom und die Rettungsfrage. S. 454.
- Tollwut, Impfung mit Hautschleim von Amphibien
und mit Natterngift gegen experimentelle —.
S. 744.
- Tollwutvirus, Die Wirkung von — auf Amphibien
und Schlangen. S. 744.
- Treysa, Über die planmäßige Auffindung des Me-
teoriten von —. S. 759.
- Der Meteoritenfall von — in Hessen. S. 678.
- Trift, Über die — der Nebelflecke. S. 695.
- Tuberkelbazillus, Über die geringe Widerstands-
kraft geschwächter Organismen gegen die zer-
störende Wirkung des —. S. 744.
- Turgeszenzzustand, Über den Einfluß von Kontakt-
reizen und mechanischem Reiben auf das Wachs-
tum und den — von Keimstengeln. S. 479.
- Uhr, Taschen-, Kombinierte — für Sternzeit und
mittlere Zeit. S. 508.
- Uhren, Riefler-, Erfahrungen mit neuen —. S. 142.
- Vakuum, Die Elektrizitätsleitung im extremen —.
S. 36.
- Veränderlicher Stern, Neuer —. S. 508.
- Vererbungsstudien an Mäusen. S. 477.
- Versalzung, Die Wirkung der — der Gewässer
auf ihre Fauna. S. 661.
- Verwitterung. S. 507.
- Vespa germanica, Beobachtungen an einem Nest
von —. S. 392.
- Vogelleben, Einfluß der Tagesdauer auf das —.
S. 604.
- Vogelschwärme, Über gemischte —. S. 292.
- Vorausbestimmung des Wetters, Ein neuer Weg
zur —. S. 104.
- Vorzeit, Die Klimaverhältnisse der —. S. 628.
- Wachs, Montan-, Das — und sein Verhalten bei der
Destillation. S. 129.
- Waldspitzmaus, Über die — in der Gefangenschaft.
S. 727.

- Walensee, Zur Hydrophysik des Zürich- und des —, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. S. 456.
- Wasserreinigungsmethoden, Die chemischen —. S. 552.
- Wasserstoffbestimmung, Über die volumetrische — mittels aktivierter Chloratlösung. S. 590.
- Wellenlänge der durchdringenden Gammastrahlen. S. 118.
- Die kürzeste —. S. 35.
- Wetter, Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des —. S. 104.
- Widerstandsfähigkeit, Über die — der marinen Bakterien gegenüber dem Salzgehalt. S. 712.
- Winterkälte 1917, Die Wirkung der — auf das Insektenleben. S. 408.
- Wolkenbeobachtungen, Wichtigkeit von —. S. 506.
- Zelle und Kern, Über den Einfluß der Temperatur auf Größe und Beschaffenheit von —. S. 568.
- Zellteilung, Oberflächenspannungsdifferenzen als eine Ursache der —. S. 478.
- Zuckerrüben, Über gummikranke —. S. 744.
- Zürich- und Walensee, Zur Hydrophysik des —, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. S. 456.
- Zugvögel, Treffen die — Vorbereitungen zu ihren Reisen? S. 604.
- Zwergwels, Vorstudien zu biologischen Betrachtungen am — (*Amiurus nebulosus* Les.). S. 537.
- Zwittertum, Über die Ursachen des — und künstliche Zwitterbildung. S. 130.
- Zyanide, Über die Synthese von — im elektrischen Druckofen. S. 648.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

- Annalen der Physik. S. 361, 410.
- Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 10, 443, 554, 679.
- Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 695.
- Zeitschrift für angewandte Entomologie. S. 427.
- Geographische Zeitschrift. S. 378.
- Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 631.
- Meteorologische Zeitschrift. S. 395.
- Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 630.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

- Sitzungsberichte der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam. S. 71, 441.
- der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 60, 143, 332, 394, 522.
- der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. S. 330, 425, 522.
- der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 60, 143, 329, 348, 393, 523, 614, 728.
- der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 143, 331, 524.
- der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. S. 132, 346, 629.
- der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 60, 144, 347, 393, 426, 524, 539, 615.
- Gießen-Marburger Physikalisches Colloquium. S. 345, 540, 630.
- Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. S. 131, 346, 628.
- Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg. S. 395, 615, 630.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 1.

4. Januar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons
Heberschreiber. Von *Oberingenieur Georg
Schmidt, Berlin-Siemensstadt.* S. 1.

Besprechungen:

Demoll. R., Die Sinnesorgane der Arthropoden.

ihr Bau und ihre Funktion. Von *S. Becher,
Rostock.* S. 6.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesell-
schaft. 1917. Jahrgang 35, H. 3–6. S. 10.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Kleines Handwörterbuch der Agrikulturchemie

von

Dr. Max Passon

I. Band: IV, 454 Seiten gr. 8^o.

II. Band: 415 Seiten gr. 8^o.

M. 22.—; in Halbfranzband gebunden M. 25.—

Aus den Besprechungen:

„... Passon hat die Aufgabe in der glücklichsten Weise gelöst und das Werk sei daher allen
Praktikern, die sich auf agrikultur-chemischem Gebiete rasch zu informieren wünschen, bestens
empfohlen.“

Bersch. Zeitschrift f. d. landwirtsch. Versuchswesen i. Oesterreich

Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage
erschienenen 195 Bändchen

Ostwalds Klassiker

der exakten Wissenschaften

erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Mein Jubiläumskatalog 1811–1911

mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem
Stammbaum (II, 118 u. 447 S. gr. 8^o) nebst Jahres-
nachträgen 1912–1916 steht gegen Voreinsendung
des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Telegraphentechnik

Ein Leitfaden für Post- und Telegraphenbeamte

Von

Dr. Karl Strecker

Geh. Oberpostrat und Professor

Sechste, neu bearbeitete und vermehrte Auflage

Mit 535 Textabbildungen und 1 Tafel

Preis M. 10.—; gebunden M. 11.60

Soeben erschienen:

40 Jahre Fernsprecher

Stephan — Siemens — Rathenau

Von

Geheimen Oberpostrat **Oskar Grosse**

Mit 16 Textabbildungen

Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Neuester Jahrgang.

4. Januar 1918.

Heft 1.

Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber.

Von Oberingenieur Georg Schmidt, Berlin-Siemensstadt.

Als gegen Mitte des 19. Jahrhunderts Männer wie *Morse*, *Wheatstone*, *Siemens* u. a. durch ihre genialen Erfindungen den Beweis erbrachten, daß mit Hilfe des elektrischen Stromes ein telegraphischer Verkehr über weite Landstrecken hinweg möglich ist, da tauchte auch schon das Verlangen auf, die trennenden Meere durch Telegraphenlinien zu überbrücken, zum Zwecke eines schnellen interkontinentalen Nachrichtenaustausches. Besonders lebhaft empfand man in England das Bedürfnis einer telegraphischen Verbindung mit Nordamerika. Die Erreichung dieses Zieles bot damals freilich noch große Schwierigkeiten. Sie forderte nicht nur die Bereitstellung bedeutender Geldmittel, sondern stellte auch hohe Ansprüche an die Techniker, denn die an den Landlinien inzwischen gesammelten Erfahrungen konnten nur zum kleineren Teile verwertet werden. Die Einführung der Unterseetelegraphie muß deshalb als ein besonderer Markstein auf dem Wege zur Entwicklung der elektrischen Telegraphie angesehen werden; verdanken wir ihr doch hauptsächlich die Erfolge der modernen Telegraphentechnik, die in der Anwendung vollkommener Methoden für die Herstellung, Prüfung und Verlegung der Leitung und in der Verbesserung der telegraphischen Apparate begründet sind.

Berücksichtigt man, daß bei einem erst einmal in die Tiefe des Ozeans versenkten Unterseekabel von einer dauernden Wartung nicht die Rede sein kann und eine sich etwa nötig machende Reparatur nur unter großen Schwierigkeiten und unter Aufwendung bedeutender Geldmittel zu bewirken ist, so läßt sich leicht erkennen, daß auf die Herstellung und die sachgemäße Verlegung des Kabels der größte Wert zu legen ist.

Die Haupteigenschaften eines Unterseekabels müssen folgende sein:

1. hohe Leitfähigkeit, um den Telegraphierströmen möglichst wenig Widerstand entgegenzusetzen,
2. vollkommene Isolierung des Leiters gegen das eine gute Leitfähigkeit aufweisende Seewasser, um unterwegs Verluste an Telegraphierströmen zu vermeiden,
3. geringes Gewicht bei hoher mechanischer Festigkeit, um das Kabel in große Meeres-tiefen verlegen zu können, ohne daß dadurch das Kabel in seinen elektrischen Eigenschaften beeinträchtigt wird.

An den Stellen, wo das Kabel in seichtem Wasser oder an der Küste zu liegen kommt, muß es noch besonders gegen die zerstörende Einwirkung durch Schiffsanker, große Schleppnetze der Fischer, die Brandung usw. geschützt werden. Aber auch Bohrmuscheln und Bohrwürmer können dem Kabel verhängnisvoll werden. Man unterscheidet deshalb bei einem Unterseekabel Tiefseekabel und Küstenkabel (siehe Fig. 4 und 5).

Um von vornherein allen Möglichkeiten zu begegnen, muß schon während der Herstellung dauernd darauf geachtet werden, daß das Kabel den vorgeschriebenen Bedingungen restlos entspricht. *Werner Siemens* danken wir diese Erkenntnis und die Bekanntgabe der dafür geeigneten Methoden, die heute noch volle Geltung haben. Ist nun das Kabel mit aller erdenklichen Sorgfalt hergestellt, dann kommt seine sachgemäße Verlegung an die Reihe. Hierbei ergeben sich häufig Schwierigkeiten, die sich im voraus nicht übersehen lassen, weil sie von mancherlei Zufälligkeiten abhängen. Ein plötzlich ausbrechender Sturm kann das bis dahin glatt verlaufene Werk und damit Riesenwerte vernichten, wie uns die Geschichte der Unterseetelegraphie an mehreren Beispielen zeigt.

Bereits 1837 faßte *Wheatstone* den Plan, Dover mit Calais durch ein Unterseekabel zu verbinden und so einen telegraphischen Verkehr zwischen England und dem Kontinent herbeizuführen. Als er im Jahre 1840 seine Absicht dem englischen Unterhause bekanntgab, kannte man freilich noch kein geeignetes Isolationsmaterial für die Kabelader. Man war auch noch nicht weiter, als *Morse* 1843 dem Schatzamt der Vereinigten Staaten von Nordamerika vorschlug, Amerika mit England telegraphisch zu verbinden. Erst *Werner Siemens* war es vorbehalten, in der Guttapercha ein Material zu finden, das sich vorzüglich zur Isolation der Kabelader eignet, und schon 1847 verlegte er ein guttapercha-isoliertes Erdkabel zwischen Berlin und Großbeeren, das allerdings nicht lange hielt, da es ohne jeden äußeren Schutz in das Erdreich gebettet wurde. Aber auch das erste Guttaperchaseekabel konnte *Werner Siemens* herstellen und verlegen, wenn es auch nicht für telegraphische Zwecke, sondern zur Entzündung von Seeminen auf elektrischem Wege diente. Dies war im Jahre 1848, als der Kieler Hafen gegen das Einlaufen der dänischen Flotte geschützt werden sollte. Ein Jahr vorher erhielt der Engländer *John W. Brett* von Frankreich die Konzession zur Errichtung einer telegraphischen Verbindung mit England. Da er sie nicht erfüllen konnte, wurde sie ihm entzogen,

aber 1849 wieder erneuert und zu diesem Zweck eine „English Channel Telegraph Submarine Company“ gegründet. Das 25 englische Meilen lange Kabel stellte die „Guttapercha Company“ her und die Verlegung erfolgte am 25. August 1850 durch den Dampfer „Goliath“. Sie war noch nicht beendet, als das nur aus einer mit Guttapercha umkleideten mehrdrähtigen Kupferlitze bestehende Kabel einer Zerstörung zum Opfer fiel. Kurz vorher hatte man noch vom Bord des Schiffes aus ein Begrüßungstelegramm an den Präsidenten Bonaparte senden können.

Trotz dieses Fehlschlages verlegte Brett mit energischer und opferfreudiger Unterstützung durch den Ingenieur T. R. Crompton 1851 ein neues Kabel durch den Kanal, das am 13. November desselben Jahres dem Betrieb übergeben werden konnte. Dank der glücklich gewählten Konstruktion ist das aus 4 Guttaperchaadern bestehende und durch eine Armatur von starken Rundeisendrähten geschützte Kabel lange Zeit gebrauchsfähig geblieben. Bretts und Cromptons mit so gutem Erfolg durchgeführte Kabelverlegung ermutigten zu neuen Unternehmungen, so daß 1851 insgesamt 8 unterseeische Telegraphenkabel hergestellt und verlegt waren, darunter solche zwischen Belgien und England, Irland und England und unter Werner Siemens' Leitung das Kabel zwischen Kronstadt und St. Petersburg. Alle diese Kabel besaßen allerdings nur kurze Längen, dagegen war das 1854 während des Krimkrieges zwischen Varna und Balacava verlegte Kabel bereits 640 km lang. Da aber dieses Kabel der Eile wegen nicht mehr mit einer schützenden Armatur versehen werden konnte, hielt es nur kurze Zeit; immerhin wurde auf dem nur aus einer nackten Guttaperchaader bestehenden Kabel der Betrieb ein volles Jahr aufrechterhalten.

Die Wichtigkeit der Seekabelverbindungen hatte Werner Siemens bald erkannt, denn er schrieb im September 1851, also vor der erfolgreichen Verlegung des Kanalkabels, in einem seiner Briefe: „Ich gehe jetzt ernstlich mit der Absicht um, eine Telegraphenlinie von Rostock nach den dänischen Inseln und Kopenhagen zustande zu bringen.“ In England und Amerika begann man mit Eifer, den Plan *Morses* einer telegraphischen Verbindung zwischen England und Nordamerika in die Tat umzusetzen. 1853 wurde mit der Auslotung des Meeresgrundes begonnen, um den besten Kabelweg zu finden. 1854 schrieb der amerikanische Leutnant *Maury* an *Morse*, daß der Meeresboden zwischen Irland und der nordamerikanischen Küste ein ziemlich gleichmäßig tiefes „Telegraphenplateau“ besäße, das für die Verlegung eines Kabels vortrefflich geeignet sei. Der Amerikaner *Cyrus W. Field*, der als der Vater der atlantischen Kabelverbindungen anzusehen ist, erwarb am 10. März 1854, zusammen mit seinem Bruder *David Dudley Field*, von der englischen Regierung auf 50 Jahre das ausschließliche Recht, Kabel in Neufundland zu lan-

den. Im Jahre 1857 schritt man zur Ausführung des kühnen Planes. Schon ein Jahr vorher war durch *Brett* und *David Dudley Field* in England eine eigene Telegraphengesellschaft unter dem Namen „Atlantic Telegraph Company“ gegründet worden, die die Anfertigung des erforderlichen Kabels nach den Angaben von *Samuel Canning* der englischen Firma *Glass, Elliot & Co.* in *Morden Wharf, East Greenwich* übertrug. Als das Kabel (Fig. 1) fertiggestellt war, sah man sich gezwungen, da damals noch kein genügend großes Schiff vorhanden war, um die ganze Kabellänge aufzunehmen, das Kabel zu teilen und auf zwei Schiffe zu verladen. Es waren dies das amerikanische Fahrzeug „Niagara“ und das englische Kriegsschiff „Agamemnon“. Beide Schiffe sollten von der nordamerikanischen bzw. irischen Küste aus das Kabel verlegen und auf der Mitte des Ozeans die Vereinigung des Kabels vornehmen.



Fig. 1. Erstes transatlantisches Kabel 1857/58.

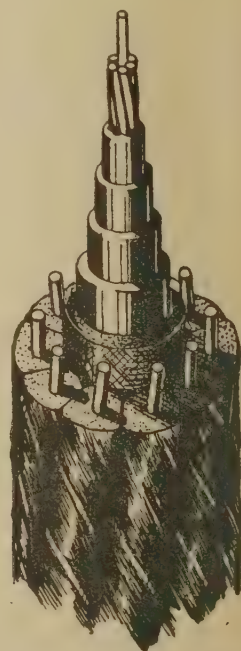


Fig. 2. Zweites Transatlantisches Kabel 1866.

Am 5. August 1857 begann die erste Ozeankabelverlegung, aber schon 2 Tage später traten Störungen und Kabelbrüche ein. Nach deren Behebung und nachdem bereits 610 km ausgelegt waren, riß am 11. August das Kabel. Da man dasselbe aus der beträchtlichen Tiefe von 2050 Faden mit den vorhandenen Mitteln nicht wieder auffischen konnte, gab man weitere Versuche auf, um sie im folgenden Jahre desto energischer wieder aufzunehmen. Aber noch mehrere Male riß das Kabel, ehe es am 27. Juli 1858 glückte, die beiden Kabellängen auf dem Ozean zusammenzuspleißen. Am 5. August war die erste telegraphische Verbindung zwischen der Alten und Neuen Welt erreicht. Die Freude an dem Gelingen des

großen Werkes war freilich nur von kurzer Dauer, denn schon am 20. Oktober versagte das Kabel gänzlich seinen Dienst; zehn Millionen Mark waren verloren! Doch die Bedeutung des neuen Verkehrsmittels war in den maßgebenden Kreisen erkannt worden, schon allein durch die Tatsache, daß die englische Regierung mit Hilfe zweier noch rechtzeitig übermittelten Depeschen die vorher brieflich angeordnete Entsendung von Truppen rückgängig machen konnte, was sie vor einem Verluste von rund 50 000 Pfund Sterling bewahrte. Dessenungeachtet war es aber schwer, das für ein neues transatlantisches Kabelunternehmen erforderliche Kapital bald aufzutreiben.

Inzwischen hatte *Werner Siemens* die von *Brett* zweimal vergeblich versuchte Legung eines von *Newall & Co.* gelieferten Kabels zwischen *Cagliari* (Sardinien) und *Bona* (Algerien) in die Hand genommen und mit vollem Erfolg durchgeführt. Seine hierbei und bei der im Jahre 1859 ausgeführten Verlegung des ebenfalls von *Newall & Co.* gelieferten Kabels von *Suez* über *Suakin*, *Aden* und *Maskat* nach *Kuradschi* an der Nordwestküste Vorderindiens gewonnenen Erfahrungen boten gute Aussicht auf die glücklichere Verlegung eines neuen Kabels durch den Ozean. *Cyrus W. Field* setzte infolgedessen seine Bemühungen unermüdlich fort, und es gelang ihm, einflußreiche Kreise für ein neues transatlantisches Kabelunternehmen zu gewinnen. 1865 hatten *Glass*, *Elliot & Co.* das zweite transatlantische Kabel (Fig. 2) fertiggestellt, dessen Konstruktion eine größere Haltbarkeit versprach. Ein glücklicher Umstand fügte es, daß die getrennte Verlegung zweier Kabellängen und deren Verbindung auf offener See unnötig wurden, da in dem soeben fertiggestellten Riesendampfer „*Great Eastern*“ ein Fahrzeug zur Verfügung stand, welches das Kabel in der ganzen Länge aufnehmen konnte.

So waren alle günstigen Vorbedingungen für das Gelingen des Werkes erfüllt, so daß am 15. Juli die Verlegung unter persönlicher Leitung von *Canning* beginnen konnte. Am 2. August, als bereits 2196 km glücklich verlegt waren, riß das Kabel und sank in die Tiefe. Ein Kapital von 14 Millionen Mark schien verloren. Diesmal ging man aber schneller an die Arbeit, das erstrebte Ziel zu erreichen. Schon 1866 gründeten *Cyrus W. Field* und *John Pender* die „*Anglo-American Telegraph Co.*“ und am 7. Juli 1866 begann der „*Great Eastern*“ von der *Foihommerum Bay* bei *Valentia* an Irlands Küste die Verlegung eines neuen Kabels, dessen Konstruktion wenig von der des Jahres 1865 abweicht. Am 4. August 1866 war die Verbindung mit dem bereits 1856 zwischen Neufundland und dem amerikanischen Kontinent verlegten Kabel hergestellt und der telegraphische Verkehr zwischen der Alten und Neuen Welt aufgenommen. Gleichzeitig glückte auch die Wiederaufnahme und Instandsetzung des 1865 verlorenen Kabels. Noch in demselben Jahre wurde ein Kabel zwischen Frankreich und den

Vereinigten Staaten verlegt, das allerdings nicht lange im Betrieb blieb. Jedenfalls standen 1866 drei transatlantische Kabel zur Verfügung, so daß man dieses Jahr mit Recht als das Geburtsjahr des interkontinentalen Telegraphenverkehrs ansehen kann. 1869 begann der weitere Ausbau der transatlantischen Kabellinien, indem die „*Anglo-American Telegraph Co.*“ ein französisch-atlantisches Kabel zwischen *Brest* und *St. Pierre* von der „*Telegraph Construction and Maintenance Company*“ anfertigen und verlegen ließ. 1873/74 wurden für Rechnung der „*Anglo-American Telegraph Co.*“ 2 Kabel zwischen *Valentia* und *Hearts Content* verlegt. Die danach gegründete „*Direct United States Cable Co.*“ stellte in den Jahren 1874/75 eine telegraphische Verbindung zwischen der *Ballinskellig Bay* in Irland und der *Tor Bay* in Neufundland und von da nach *Rye Beach* in New Hampshire her. Die Anfertigung und Verlegung dieses Kabels (Fig. 3) wurden der Firma *Siemens Bros.*, London, übertragen, die nach dem Entwurfe *William Siemens'* inzwischen ein besonderes Kabelschiff „*Faraday*“ hatte erbauen lassen. Dieses Schiff, nach dem „*Hooper*“ das erste Schiff, das speziell für Kabelverlegungen gebaut wurde, hat sich von Anfang an vorzüglich bewährt und wird noch heute mit Vorteil benutzt.

Als die „*Anglo-American Telegraph Co.*“ die „*Direct United States Cable Company*“ in sich aufgenommen hatte und damit die Engländer ein lästiges Monopol auszuüben begannen, gründete sich 1879 die „*Compagnie Française du Télégraphe de Paris à New York*“, um dem unerträglichen Zustand ein Ende zu machen. *Siemens Frères* (Paris) erhielten den Auftrag und ließen das Kabel von *Siemens Bros.* (London) anfertigen und mit dem „*Faraday*“ verlegen. Das Kabel ist im ganzen 6800 km lang und besteht aus den Strecken *Brest—St. Pierre*, *St. Pierre—Cap Cod* (Mass.), *St. Pierre—Neu-Schottland*, *Brest—Lands End*. 1880 legte die „*Anglo-American Tel. Co.*“ ein Kabel von 3000 km Länge unter Benutzung der Küstenenden des 1866er Kabels. 1881/82 ließ der amerikanische Eisenbahnkönig *Gould* zwei transatlantische Kabel von *Siemens Bros.* London anfertigen und verlegen. 1884 erhielt dieselbe Firma von der „*Commercial Cable Company*“ den Auftrag auf Lieferung und Verlegung zweier Kabel zwischen *Waterville* und *Canso* bzw. Irland und *Halifax*, und 1899 wurde ein weiteres Kabel zwischen *Waterville* und *Canso* verlegt. *Siemens Bros.* fertigten und verlegten 1900 auch das *Waterville—Fayal—Canso-Kabel*.

Wie man sieht, war bis zu diesem Jahre der deutsch-amerikanische Telegraphenverkehr ausschließlich in den Händen ausländischer, hauptsächlich englischer Gesellschaften. Dieser Zustand war für das mächtig aufblühende Deutschland auf die Dauer unhaltbar, und so wurde im Jahre 1899 in Köln die „*Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft*“ mit einem Stammkapital von

20 Millionen Mark gegründet. Schon ein Jahr später konnte das erste deutsch-atlantische Kabel (Fig. 4 und 5) verlegt werden, und zwar von Emden—Borkum über Fayal auf den Azoren nach New York. Die Verlegung des Kabels zwischen Borkum und Fayal (1800 Seemeilen) wurde vom 5. bis 26. Mai, die des Kabels auf der Strecke Fayal—New York (2477 Seemeilen) vom 11. bis 28. August ausgeführt. Die Anfertigung des Kabels mußte freilich noch von einer englischen Gesellschaft, der „Telegraph Construction and Maintenance Co.“ bewirkt werden, jedoch unter Verwendung von in Deutschland hergestelltem Ma-

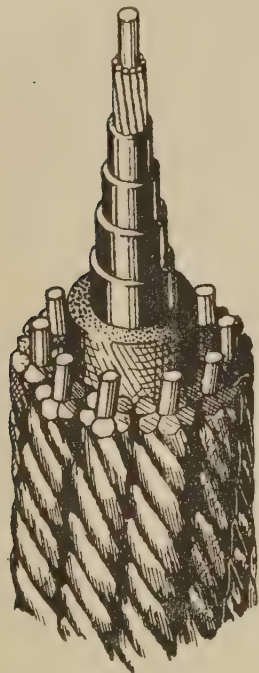


Fig. 3. Kabel der Direct United States Cable Co. 1874/75.



Fig. 4. Erstes deutsch-atlantisches Kabel 1900. Tiefseekabel.

terial, z. B. der Drähte für die Ader und die Armatur. Der auf dem deutsch-atlantischen Kabel in kurzer Zeit erreichte bedeutende Verkehr machte bald die Benutzung eines zweiten Kabels notwendig, das ausschließlich in Deutschland, und zwar von den „Norddeutschen Seekabelwerken“ in Nordenham a. d. Weser hergestellt und dessen erste Teilstrecke schon im Herbst 1903 in Betrieb genommen werden konnte. Im Jahre 1914 waren im ganzen 15 transatlantische Kabel im Betrieb.

Die längste Kabelverbindung führt durch den Stillen Ozean. Es ist dies das im Jahre 1900 der „Telegraph Construction and Maintenance Co.“ in Auftrag gegebene sogenannte „Allbritische Kabel“, dessen Herstellung nicht weniger als 36 Millionen gekostet hat. Die Engländer nennen es Allbritisches Kabel, weil seine Stationen nur auf englischem Gebiete liegen. Das insgesamt 14 516 km lange Kabel führt von Vancouver an

der Westküste Kanadas über die Fanninginsel und Fitschiinseln zur Norfolkinsel, von hier aus einerseits nach Neuseeland, andererseits nach Brisbane in Australien, wo es über Adelaide und Perth Anschluß an das Kabel nach Südafrika findet, das andererseits mit England in Verbindung steht.

Auch die Amerikaner verlegten ein Kabel durch den Stillen Ozean von San Francisco über Honolulu, Midway und Guam nach Manila, welches am 4. Juli 1902 dem Betrieb übergeben wurde.

Das große Interesse Deutschlands an dem Handel mit Südamerika veranlaßte die Gründung einer zweiten deutschen Kabelgesellschaft unter dem Namen „Deutsch-Südamerikanische Telegraphengesellschaft“, ebenfalls mit dem Sitze in Köln. Das südamerikanische Kabel konnte bereits 1911 dem Betriebe übergeben werden. Es besteht aus folgenden Teilstrecken:

- | | |
|-----------------------------------|---------|
| 1. Emden—Santa Cruz auf Teneriffa | 3907 km |
| 2. Santa Cruz—Monrovia | 3340 „ |
| 3. Monrovia—Pernambuco | 3475 „ |

weist also die beträchtliche Länge von 10 722 km auf.

Bei Ausbruch des Weltkrieges war natürlich die erste Tat unserer Feinde die gänzliche Unterbrechung unserer unterseeischen Telegraphenlinien; glücklicherweise besaßen wir aber in der inzwischen zu so außerordentlicher Höhe entwickelten Funkentelegraphie ein Hilfsmittel, das uns die Störung des Nachrichtenaustausches mit dem neutralen Auslande kaum fühlbar werden ließ.

Die großen Erfolge der Unterseetelegraphie beruhen nicht allein auf der zweckmäßigen Konstruktion und richtigen Verlegung des Kabels, sondern auch auf der Anwendung von Apparaten, die den Schwierigkeiten eines Betriebes auf langen Unterseekabeln vollkommen Rechnung tragen. Die Guttapercha, die, wie bereits erwähnt, sich bis in die Gegenwart als das geeignetste Isoliermaterial für Unterseekabel erwiesen hat, besitzt leider eine sehr unangenehme Eigenschaft, die den telegraphischen Betrieb mit den auf Landleitungen üblichen Apparaten zur Unmöglichkeit macht. Es ist dies die hohe Kapazität, die eine mit Guttapercha isolierte Leitung besitzt und die eine starke Verzögerung der Telegraphierimpulse hervorruft. Andererseits fordern die enormen Anschaffungs- und Verlegungskosten dringend eine Wirtschaftlichkeit des Betriebes, die nur durch eine möglichst hohe Zahl der übermittelten Telegramme erreicht werden kann. Es bedurfte daher der Aufbietung großen Scharfsinnes, Mittel und Wege zur Erreichung des erstrebten Ziele zu finden.

Da die Konstruktion des Kabels feststand, und man das einzige Mittel, die Leistung des Kabels dadurch zu verbessern, daß man seinen Leitungswiderstand verringerte, um so das Produkt: Kapazität \times Widerstand möglichst klein zu gestalten

ten, nicht anwenden konnte, weil durch Vergrößerung des Leiterquerschnittes das Kabel nicht nur schwerer, sondern auch wesentlich teurer in der Anschaffung würde, so blieb eben nichts anderes übrig, als Apparate zu erfinden, die den ungünstigen Betriebsverhältnissen weitgehendst Rechnung tragen.

Zur Erklärung der nachteiligen Kapazitätswirkung sei kurz erwähnt, daß die einzelnen sonst zur Bildung telegraphischer Zeichen erforderlichen Gleichstromimpulse durch die Kapazität (Aufladung) des Kabels mit dessen zunehmender Länge immer mehr abflachen, ja unter Umständen

ihre Wirkung auf den Empfänger ganz verlieren. Das läßt sich vermeiden, wenn Ströme wechselnder Richtung, aber gleicher Dauer benutzt werden und das Kabel nach jeder Stromgebung an Erde gelegt wird, um eine Entladung desselben zu bewirken. Der Strich oder der Punkt des Morsealphabetes wird nicht mehr durch einen langen oder kurzen Stromimpuls, sondern nur durch die entgegengesetzte Richtung gleich kurzer Stromimpulse hervorgebracht. Doch genügt dies allein noch nicht für einen tadellosen Betrieb, die Apparate müssen vielmehr äußerst empfindlich sein, um bei den erfahrungsgemäß nur anwendbaren schwachen Strömen noch gut lesbare Zeichen wiedergeben zu können.

Die in der Unterseetelegraphie zur Anwendung gekommenen Telegraphenapparate verdanken ihren Ursprung den empfindlichen Galvanometern, die zur Prüfung der Kabel sowohl während der Herstellung als auch bei der Verlegung benutzt werden.

William Thomson, der spätere Lord Kelvin, hatte im Jahre 1858 für diesen Zweck das sogenannte „Marinegalvanometer“ konstruiert, das zur Verbindung der beiden Kabelschiffe „Agamemnon“ und „Niagara“ mit den Küstenstationen



Fig. 5. Erstes deutsch-atlantisches Kabel 1900. Küstenkabel.

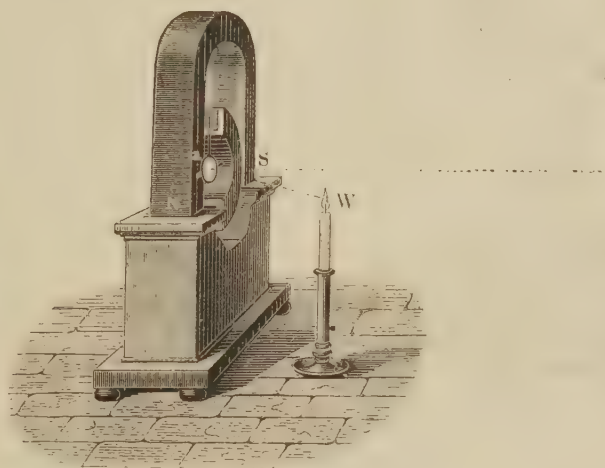


Fig. 6. Marinegalvanometer von Thomson.

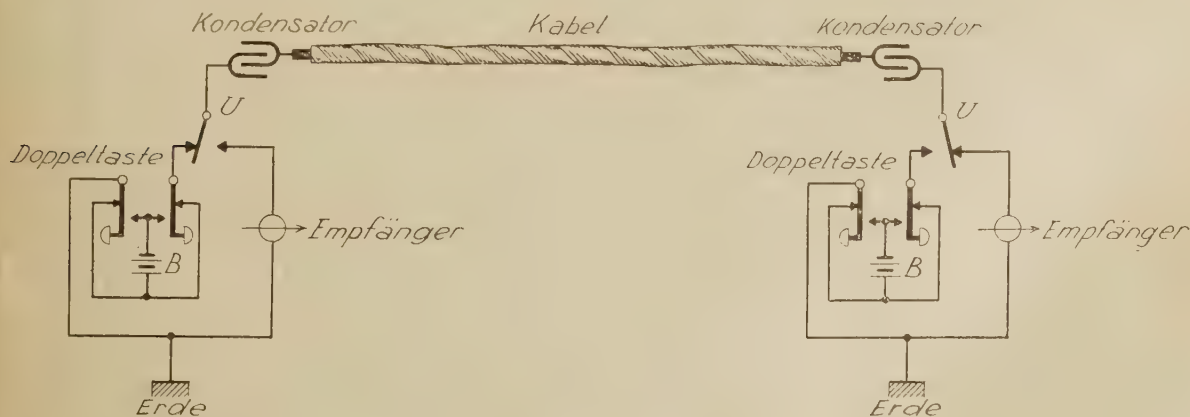
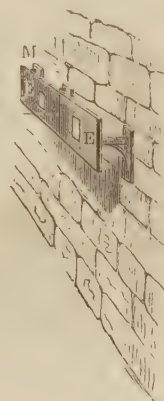


Fig. 7. Schaltung einer Unterseetelegraphenanlage (Grundgedanke).

diente, von wo aus das erste transatlantische Kabel verlegt wurde. Wie die Fig. 6 zeigt, befindet sich zwischen den Polen eines kräftigen permanenten Magneten fest angebracht eine Drahtspule, in deren Hohlraum ein kleiner Spiegel aufgehängt ist, der an seiner Rückseite ein leichtes Magnetstäbchen trägt. Die telegraphischen Zeichen nach dem Morsealphabet werden mit einer Doppeltaste derart gegeben, daß durch Druck auf den einen Tastenhebel ein positiver Stromimpuls als Strichzeichen, durch Druck auf den anderen Tastenhebel ein negativer Stromimpuls als Punktzeichen gegeben wird. Dadurch erhält das an der Rückseite des Galvanoskopspiegels angebrachte Magnetstäbchen eine Ablenkung nach der einen oder anderen Seite, und ein von einer Lampe ausgehender Lichtstrahl wird von dem Spiegel auf einen gegenüberliegenden Schirm unter entsprechender Vergrößerung zurückgeworfen, wo die Zeichen mit dem Auge gut wahrzunehmen sind.

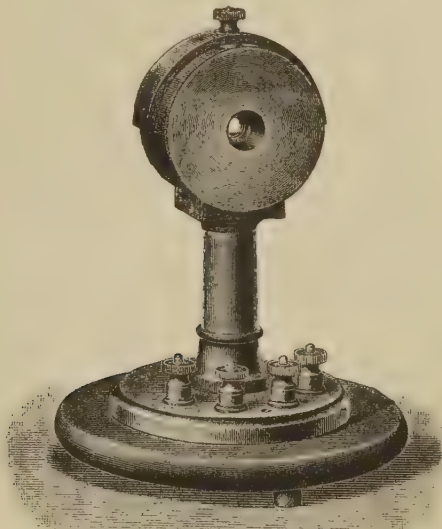


Fig. 8. Sprechgalvanometer von Muirhead.

Das Schema Fig. 7 zeigt den Grundgedanken der Schaltung einer Unterseetelegraphenanlage. Das Kabel führt auf beiden Stationen an die eine Belegung eines Kondensators von beträchtlicher Kapazität, meist 60 Mikrofarad. Die andere Kondensatorbelegung ist mit dem Hebel eines Umschalters verbunden, mit dessen Hilfe entweder die Doppeltaste oder der Empfänger an den Kondensator gelegt und über diesen mit dem Kabel in Verbindung gebracht wird.

In Ruhe liegen beide Empfänger über ihren Kondensator an dem Kabel, um für den Anruf seitens der Gegenstation bereit zu sein. Durch die Benutzung des Kondensators wird erreicht, daß die ausgehenden Stromimpulse stets nur von gleich kurzer Dauer sind, ohne jede Abhängigkeit von einem unbeabsichtigt längeren Tastendruck. Der kurze Ladungsstromstoß genügt vollkommen, den Lichtstrahl des Sprechgalvanometers,

wie dieser Apparat allgemein genannt wird, in der gewünschten Richtung abzulenken und schleunigst in die Nullage zurückkehren zu lassen, wozu die äußerst exakt wirkende Dämpfung des Galvanometers viel beiträgt. Eine neuere von Muirhead angegebene Form des Sprechgalvanometers ist in Fig. 8 dargestellt.

Der Kondensator dient jedoch noch einem anderen, nicht minder wichtigen Zweck. Bekanntlich besitzt die Erde, die seit Steinheils Entdeckung in der Telegraphie allgemein als Rückleitung für den elektrischen Strom benutzt wird, nicht an allen Punkten das gleiche Potential, so daß häufig zwischen entfernten Orten Spannungsdifferenzen vorhanden sind, die sich dann bemerkbar machen, wenn diese Punkte durch eine Drahtleitung miteinander verbunden sind. In diesem Falle treten Ausgleichsströme in der Leitung auf. Da in der Unterseetelegraphie nur mit sehr schwachen Strömen gearbeitet werden kann, so würden diese Ausgleichsströme die Apparate natürlich ungünstig beeinflussen, unter Umständen sogar ihren Betrieb unmöglich machen. Es wird deshalb der Kondensator zur Unterdrückung etwa im Kabel auftretender Ausgleichsströme mit Vorteil benutzt; er blockiert gleichsam das Kabel gegen das Eindringen fremder Gleichströme, weshalb er auch häufig Blockkondensator genannt wird.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Demoll, R., *Die Sinnesorgane der Arthropoden, ihr Bau und ihre Funktion*. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. VI, 243 S. und 118 Fig. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 12,—.

Reichtum an Sinnesorganen, wie wir ihn bei den Gliederfüßern vorfinden, steht gewöhnlich in Zusammenhang mit großer Beweglichkeit der betreffenden Tiere. Die Bewegungsfähigkeit der Arthropoden erhält aber, so führt Demoll in der Einleitung seines Buches genauer aus, wie viele andere Züge in Bau und Lebensweise dieser Tiere (z. B. ihre durchschnittlich geringe Körpergröße) ihr charakteristisches Gepräge durch das Vorhandensein eines neben der Stütze gleichzeitig dem Schutz dienenden Außenskeletts. Das Exoskelett bietet z. B. für die Gelenkbildung ganz andere Voraussetzungen dar, wie das Endoskelett der Wirbeltiere, das Gelenke mit größerer Exkursionsweite und Bewegungsfreiheit (z. B. das Kugelgelenk) gestattet. Diese Umstände sind auch für die Ausbildung der Sinnesorgane von großer Bedeutung; so ist evident, daß der halslose, wenig gelenkige Kopf der meisten Arthropoden Augen von sehr großem Gesichtsfeld erforderte, wie wir sie in den meisten Facettenaugen vor uns haben, oder eine Anzahl nach verschiedenen Seiten schauender Einzelaugen (Spinnen). Die Beziehungen der Gelenkbildung und Beweglichkeit zu den Sinnesorganen sind mittelbare, doch bieten sich für den Reizverkehr der lebendigen Substanz mit der Außenwelt bei einem äußerlich gepanzerten Tierkörper für den Bau von Sinnesorganen auch unmittelbar ganz eigenartige Bedingungen und Baumaterialien, wie uns die vielfache Verwendung der Chitinborste bei niederen

Sinnesorganen, oder der cuticularen Linsen bei den Augen verdeutlichen mögen.

Vom einfachsten niederen Sinnesorgan der Arthropoden, dem Chitinhaar, wird uns zunächst morphologisch der Weg gezeigt zu komplizierteren Gebilden, zu beweglich eingelenkten Sinnesborste, zu den Grubenkegeln, kuppel- und kelchförmigen Sinnesorganen. Die Physiologie der niederen Sinne ist noch vielfach auf Vermutungen angewiesen, oft kennen wir nicht einmal die adäquaten Reize. Vielleicht gilt für manche der einfachsten Organe das Müllersche Gesetz nicht in seiner strengsten starren Form. *Demoll* hält es für möglich, daß Reize etwas verschiedener Art für ein Organ in Betracht kommen können und daß ihnen etwas verschiedene aber ineinander übergehende Erregungen entsprechen mögen, lehnt es aber ab, in den niederen Sinnesorganen der Arthropoden mit *Nagel* „Wechselsinnesorgane“ zu sehen, die verschiedene Reize als verschiedene „Qualitäten“ aufzunehmen imstande wären.

Neben dem *Tastsinn*, dem freie Nervenendigungen in der Haut weicher Larven oder in Gelenkhäuten, ferner zahlreiche nicht nur auf Antennen und Palpen stehende Haare und Borsten sowie Sinneschuppen und Sinnesstacheln der Schmetterlinge zu dienen scheinen, unterscheidet *Demoll* einen besonderen *Drucksinn*, der das Tier durch Vermittlung der dafür geeignet erscheinenden „kuppelförmigen Organe“ über die Durchbiegung und Druckbelastung einiger in dieser Beziehung exponierter Stellen (Beinglieder, Schmetterlingsflügel) orientiert. Besondere „Stellungshaare“ (*Doflein*) verraten manchen Arthropoden die Stellung der an einem Gelenk zusammenstoßenden Glieder. Ob den Arthropoden ein *thermischer Sinn* zukommt, und ob die kelchförmigen Sinnesorgane (von Antennen und Palpus maxillaris bei *Dytiscus* [*Hochreuter*]), wie *Demoll* in Erwägung zieht, dafür in Betracht kommen, ist fraglich; der Flußkrebse scheint für Wärme wenig empfindlich, während von Ameisen und auch vom Ameisenlöwen (*Doflein*) Reaktionen auf Temperaturreize bekannt sind. Obwohl *Doflein* versucht hat, bei Garneelen zwei chemische Sinne zu unterscheiden, nämlich einen erst in der Nähe erregten Geschmackssinn und einen von fern her beeinflussten Geruchssinn, hält *Demoll* die Unterscheidung für im Wasser lebende Tiere verfrüht. Dagegen kennen wir bei Insekten auf Antennen und Maxillarpalpen unzweifelhafte *Geruchsorgane* (Gruppen von Borsten), die bei flugfähigen Insekten, in Gruben versenkt zu werden pflegen. Einige Insekten, wie z. B. die ein Weibchen von weither witternden Nachtschmetterlinge (z. B. Nachtpfauenauge), oder die eine Holzwespenlarve tief im Holz wahrscheinlich durch den Geruch entdeckenden Schlupfwespen, sind ja wahre Riechkünstler; auch von den Ameisen wissen wir durch *Forel*, daß sie sich weniger durch Sehen als durch Riechen leiten lassen, daß sie den Weg zum Nest sowie den Staatsgenossen erkennen läßt. Dem *Geschmack* dienen vielleicht die Geschmackszäpfchen mancher Insekten, sicher auch Organe der 1. Antenne der Krebse, und zwar bei den höheren Krebsen deren kleiner, bei *Macrhyuren* kammförmiger, als Riechgeißel bezeichneter Ast. Organe der *Schmerzempfindung* sind unbekannt, vielleicht können andere Sinneserregungen bei größerer Intensität negative Gefühle erhalten. (Übrigens scheint der Schmerzsinne, obwohl vorhanden, doch zweifellos gering entwickelt; manche Insekten, wie Ameisen, Hummeln und auch Spinnen, lassen sich durch Amputationen kaum ihren augenblicklichen

Appetit rauben. Vielleicht fallen bei dem starren Chitinskelett die nachträglichen Zerrungen der Wunden weg, die z. B. bei Wirbeltieren ein gut Teil des Wundschmerzes hervorrufen. — Eine Reihe niederer Sinnesorgane werden in *Demolls* Buch nur eben erwähnt, weil bei unserer heutigen mangelhaften Kenntnis ihre Besprechung lediglich einen zusammenhangslosen Bericht über unverständliche Einzeltatsachen ergeben würde.

In der nun folgenden Schilderung der chordotonalen, der Johnstonschen und der tympanalen Sinnesorgane gelingt es *Demoll* in sehr schöner Weise, einen großen Zusammenhang dieser Gebilde darzutun. Sie gehen hervor aus den Druck oder Chitinbeanspruchung veratenden Sinneskuppeln, wie einige Sinnesorgane an der Basis der Halteren noch deutlich erkennen lassen, obwohl sie bereits für die Kontrolle der schnellen, schwirrenden Bewegungen der Schwingkölbchen spezialisiert erscheinen und durch Eindringen des gestreckten Rezeptorteils der Sinneszellen in eine Umhüllungszelle zu den chordotonalen Organen überleiten. Bei diesen fällt die kuppelförmige Differenzierung des Chitins fort, dagegen werden die von Hüllzellen umgebenen Rezeptorabschnitte der Sinneszellen noch mehr gestreckt und durch Ansatz von Aufhängefasern wie eine gespannte Seite ausgezogen. Während die Johnstonschen Organe stets im 2. Antennenglied liegen und wohl die relative Lage der Antenne zu dieser Basis angeben (möglicherweise damit wie der Randkörper einer Meduse als statisches Organ wirken), finden sich Chordotonalorgane an den verschiedensten Stellen im Insektenkörper, sogar bei demselben Tier, so daß es uns nicht wunderzunehmen braucht, daß sie sich an verschiedenen Stellen (am ersten Abdominalring der Acridier oder in der Tibia der Vorderbeine der Locustiden) zu Gehörorganen weiterentwickeln konnten, während andere Chordotonalorgane desselben Tieres (z. B. in den Tibien des 2. und 3. Beinpaares der Laubheuschrecken und Grillen) den alten Bau beibehalten. Neu hinzu kommt beim Tympanalorgan fast nur die Verbreiterung einer beäcachteten Trachee mit Trommelfellbildung; die Aufnahme hochfrequenter periodischer Reize war kaum etwas Neues, mußten doch die Sinnesorgane der äußerst schnell schwingenden Halteren fast dasselbe leisten. Übrigens ist die Tonempfindlichkeit bei *Thamnotrizon apterus* (einer Laubheuschrecke) und *Liogryllus* durch sehr originelle Versuche von *Regen* ziemlich einwandfrei bewiesen.

Seit wir durch experimentelle Durchführung (*Kreidl*) einer glänzenden Idee *Ewens* wissen, daß Krebse, die bei der Häutung Eisenteilchen statt Sandkörner in ihre „Gehörgrüben“ gebracht haben, durch einen Magneten so beeinflusst werden, daß sie sich senkrecht zur Resultanten von Schwerkraft und magnetischer Kraft einstellen, ist bewiesen, daß jene Organe zur Lageorientierung dienen, also „statische“ Organe sind. *Demoll* nennt sie, unter Benutzung eines früheren Ausführungen des Referenten entnommenen Ausdruckes, „statisch-„dynamische“ Organe, auf Grund der Überlegung, daß viele statische Organe nicht nur geeignet sind, über die Lage, sondern ebensogut oder unter Umständen vorzugsweise oder ausschließlich, über Änderungen des Bewegungszustandes Aufschluß zu geben. Tiere, die im Wasser oder in der Luft lebhaften passiven oder aktiven Bewegungsänderungen ausgesetzt sind, können solche Organe auch sehr wohl brauchen, so wie man ja auch bestrebt ist, jedes Flugzeug mit derartigen Apparaten auszurüsten. Nach dem

Ausfall einiger Experimente vermutet *Demoll* dynamische Organe auch bei Insekten, vielleicht wirken die Johnston'schen Organe, oder das 2. Ganglion opticum; oder der Darm in der Leibeshöhle als solche. Auch bei der Besprechung der statischen Organe der Krebse wird der dynamische Gesichtspunkt überall herangezogen. Besondere Berücksichtigung haben neuere Untersuchungen über das Zusammen- bzw. Gegeneinanderwirken der Statocysten von linker und rechter Seite (*Kühn*), von Statocystenreizen mit anderen, über die Lage orientierenden Reizkomplexen (Licht- und Tastreizen) gefunden. Die „Tonuswirkung“ der Statocysten, auf die man aus der (vorübergehenden) Erschlaffung der Körpermuskulatur nach Ausschaltung der statischen Organe geschlossen hatte, stellt keinen spezifischen Einfluß der Organe dar. Natürlich finden auch die neuerdings von *Bannacke* entdeckten statischen Organe der Nepiden (Wasserwanzen) ausführliche Besprechung, zumal sie die einzigen unzweifelhaften statischen Apparate der Insekten darstellen. Sie benutzen den verschiedenen Wasserdruck auf Luftblasen oder Tracheenluft in merkwürdiger Weise als Lageindikator.

Der übrige Teil des Buches — mehr als die Hälfte — ist der Schilderung der Augen der Arthropoden gewidmet, einem Gebiet, das *Demoll* durch eigene Untersuchungen in weitgehender Weise gefördert hat.

Die räuberische Lebensweise zahlreicher Arthropoden und „die Eroberung der Luft“ durch die Insekten lassen von vornherein eine reiche Ausbildung der Lichtsinnesorgane erwarten; wir haben Einzelaugen verschiedenster Art und zusammengesetzte Facettenaugen, von denen die der Chilognathen und die von *Limulus* beide unabhängig vom Facettenauge der Krebse und Insekten entstanden sind, das einheitlichen Ursprungs zu sein scheint. Die Sehzellen aller dieser Augen sind primäre Sinneszellen, also mit eigenem Nervenfortsatz ausgerüstet; das Licht rezipierende Ende trägt feine Stützensäume, die erst in ihrer Gesamtheit das Rhadom ergeben. Das allgemeine Kapitel über Augen enthält ferner Ausführungen über das Wesen der Reizung nach der „Membrantheorie“, das in einer mit elektrischem Potentialausgleich einhergehenden Permeabilitätssteigerung gesehen wird, die es den Anionen der einen Membranseite gestattet, sich mit den vorher allein (etwa ins Innere des Rhadoms) durchtretenden Kationen zu vereinigen. Weiterhin Bemerkungen über Ultraviolettabsorption im dioptrischen Apparat des Auges, über Wärmeschutz (Tapetum) und Anpassung ans Wasserleben (Bildung freier Linsen).

Bei den Einzelaugen der Tausendfüßer, die *Demoll* an der Hand noch unveröffentlichter Originalfiguren aus eigenen Untersuchungen schildert, kann man die fortschreitende Entwicklung eines Augentypus zumal in der Differenzierung der hinteren Retinapartie bei den Augen eines und desselben Tieres verfolgen. Von besonderem Interesse ist die Vermehrung der Augen (Glomeris), ihr Zusammenrücken (*Lithobius*, *Julus*), das bei *Skutigera* bis zur Bildung eines richtigen Facettenauges geführt hat, das freilich nach Bau und Herkunft vom Facettenauge der Krebse und Insekten scharf zu trennen ist.

Den leitenden Faden durch das Labyrinth der Vielgestaltigkeit, das die Spinnenaugen darbieten, findet *Demoll* in einem neuen Stammbaum der Klasse, der einer demnächst erscheinenden ausführlichen Untersuchung von *Verstuy* und *Demoll* entnommen ist. Danach sollen die Spinnen nicht von Krebsen, son-

dern von chilognathenähnlichen Formen hergeleitet werden, und *Limulus* (die Giganthostraken) nicht ein noch krebsähnlicher Vorfahrenverwandter, sondern ein durch Anpassung ans Wasserleben abgeirrter Deszendente der Spinnen sein. Auch das Auge der Spinnen lehrt, daß man die Vorfahren in der Nähe der Myriapoden zu suchen hat; denkt man sich in deren Auge jene erwähnte hintere Retinapartie allein im Besitz der nervösen Funktionen, die seitlichen und vorgeschobenen Netzhautzellen aber als Glaskörper, so haben wir das primitive, everse Spinnenaugen mit Linse, Glaskörper und Retina, wie es bei den ursprünglichen Gruppen der Acarinen (ohne Glaskörper, event. selbständige Linse, Wassermilben), Solifugen (mit sehr zellenreicher Retina) und Phalangiden (Retinulabildung) noch allein vorhanden ist. Augen von diesem Typus finden wir auch noch bei den Araneiden (bei den Netzspinnen und in noch höherer Ausbildung mit reicher Augenmuskulatur bei Sprungspinnen) und den Skorpionen, bei denen der Glaskörper offenbar sekundär verloren gegangen ist. Daneben aber tritt hier das „inverse Auge“ auf, so genannt, weil die Rhabdome statt der Linse („evers“), einem hinter der Retina folgenden lichtreflektierenden „Tapetum“ zu gerichtet sind, dessen Glanz die Rhabdome sozusagen angezogen und die Bildung des eversen, wahrscheinlich fürs Dämmerungssehen angepaßten Auges bedingt hat. Die Araneiden und Skorpione gehören also schon einem von jenen primitiveren Gruppen (Acarinen, Solifugen, Phalangiden) sich abwendenden Ast des Stammbaums an, der außerdem als ursprünglichste Gruppe die Pseudoskorpioniden, und schließlich die zwischen Araneiden und Skorpionen stehenden Pedipalpen trägt. Pseudoskorpione und Pedipalpen haben nur inverse Augen. Im ursprünglichen Typus des inversen Auges (Pseudoskorpione, Seitenaugen der Pedipalpen) verwehrt das dicke Tapetum dem Sehnerv den unmittelbaren Zutritt zur Retina, so daß er den Tapetumbecher umgehend vom Vorderrand desselben, also von vornher, zu den Sehzellen herantreten muß. Dieses umständliche Verhalten wird später (Araneiden) dadurch wieder aufgegeben, daß das Tapetum Spalten erhält, die dem Nerv den Durchtritt gestatten und bei zahlreichem Auftreten dem Tapetum einen rostartigen Charakter geben können. Damit aber verliert das Tapetum an Wirkung und geht bei den Hauptaugen der Pedipalpen und Skorpioniden (sowie bei *Salticus*) wieder verloren, bei letzteren wird es durch reflektierendes gelbrotes Pigment von Postretinal- und Pigmentzellen funktionell einigermaßen ersetzt. Obwohl nun, wo der Nerv wieder von hinten kommt und durch den Fortfall des Tapetums Platz geschaffen wurde, Zellkörper und Kern der Sehzellen sich wieder nach hinten wenden können, bleiben die Rhabdome immer noch nach hinten gerichtet, was zu einer eigenartigen Knickung der Sehzelle zwischen Kernteil und Rhabdomteil führt.

Bei *Limulus* finden wir auf dem Zenith des Kopfbrustschildes ein Paar Ocellen, seitlich und mehr nach hinten je ein großes Facettenauge, außerdem Augenrudimente in der Nähe des Facettenauges, an der Gabelungsstelle des Ocellennervs und an der Ventalseite des Schildes vor dem Mund. Die Einzelommen des Facettenauges haben tief eingesenkte Linsen, von der Form abgestumpfter Kegel. Darunter zieht kontinuierlich die Epidermis, deren Zellen am Unterende der Linsenkegel besonders hoch werden und dort einen Ballen Sehzellen umschließen, die wie die Einzelstücke einer Apfelsine geformt sind und zusammenliegen.

In der Achse des Ballens bleibt ein kanalartiger Raum für den zapfenförmigen Fortsatz einer weiteren individualisierten Sinneszelle frei, die sich mit ihrem randlichen Körper zwischen zwei der übrigen Sinneszellen einschiebt, die alle in der zentralen Partie um das zapfenförmige Rhabdomer ihre Stützensäule besitzen. Schon aus dieser Andeutung des Baues kann man schließen, daß das Facettenauge von *Limulus* nichts zu tun hat mit dem der Krebse, von denen man früher die Giganthostraken ableiten wollte. Das Facettenauge von *Limulus* wird vielmehr dadurch entstanden sein, daß die nach verschiedenen Seiten sehenden, in den Gesichtsfeldern sich ergänzenden zahlreichen Seitenaugen früherer skorpionidenartiger Vorfahren beim Übergang zum Wasserleben zwar im Bildsehen gestört wurden, der Rudimentation aber dadurch entgingen, daß sie als Ocellenkomplex auch im Wasser ein primitives musivisches Sehen gestatteten, für das bekanntlich eine Bildproduktion im Einzelauge nicht notwendig ist.

Die Ocellen von *Limulus* haben eine von der Epidermis durch Einschnürung etwas abgesetzte (Wasseranpassung!) Linse, darunter, als Fortsetzung der Epidermis, einen Glaskörper und endlich eine aus unregelmäßigen Retinulagruppen bestehende, von Epidermis- und Tapetum-Pigmentzellen eigenartig durchwachsene everse Retina. Sie sind als medianwärts zusammengedrückte Seitenaugen, nicht als Abkömmlinge der inversen Hauptaugen der Skorpione aufzufassen, welche bei dem fossilen *Proscorpius* noch außerdem mehr vorn zusammentretenden Seitenaugenpaar erhalten zu sein scheinen.

Nach kurzer Besprechung der isoliert dastehenden Augen der Pantopoden schildert *Demoll* die Stemmata der Insektenlarven, die durch manche Züge an die Einzelglieder der Facettenaugen erinnern. Die Augen von *Myrmeleon* und von *Lepisma* (Silberfischchen) zeigen uns deutlich diesen Weg der Konsolidierung, der zum typischen Insektenfacettenauge führt, während das primitive zusammengesetzte Auge der Strepsipteren vielleicht seinen eigenen selbständigen Entwicklungsgang gehabt hat.

Von den mannigfaltigen und in bezug auf ihre Herkunft unaufgeklärten Ocellen der Insektenimagines schildert *Demoll* diejenigen von *Machilis*, *Psophus*, *Pemphigus* und *Zygaena*; auch dem Medianauge der Krebse und den höchst merkwürdigen Augen der Krebse *Copilia*, *Coricius* und *Sapphirina* mit ihrer weiten Trennung von Linse und kleiner Retina sind besondere Kapitel gewidmet.

Eine Wiedergabe des Inhaltes des ausführlichen, dem Facettenauge der Insekten und Krebse gewidmeten Teiles ist an dieser Stelle kaum möglich und auch wohl überflüssig, weil er sich eng anschließt an *Demolls* frühere, weithin bekannt gewordene zusammenfassende Darstellung der Physiologie des Facettenauges, deren Vorzüge noch in Erinnerung sind. Wir erwähnen nur die anatomische Einführung, die Erörterung der Dioptrik, insbesondere die merkwürdige, aufrechte Bilder erzeugende optische Inhomogenität der Kristallkörper, die scharfe gegenseitige Charakterisierung der beiden Typen: das lichtschwache *Appositionsauge*, in dem jedes Omma auch dioptrisch für sich allein wirkt und der Müllerschen Theorie des musivischen Sehens entsprechend die der Ommatrichtung entsprechende Objektstelle nicht als Bild, sondern als Lichtfleck aufnimmt, und auf der anderen Seite das *Superpositionsauge*, bei dem die brechenden Medien zahlreicher Facetten ein gemein-

sames Bild entwerfen und gegenseitig verstärken. Ferner mag der klaren Erörterung der Pupillenerscheinungen und Pigmentwanderungen (von denen *Demoll* die im Appositionsauge entdeckte) gedacht werden, der Aufklärung der Bedeutung ungleichmäßig gekrümmter Augenoberflächen und anderer Eigentümlichkeiten von Spezialtypen (Linsenfacettenauge usw.). Während bei der Schilderung der Grundzüge der Physiologie des Facettenauges *Exners* geniale Arbeit die Basis bildete, treten in anderen, speziellen Fragen gewidmeten Kapiteln neuere Erfahrungen in den Vordergrund, so in dem Abschnitt über Sehschärfe und Bewegungssehen (mit einer Kritik der Pütterschen Anschauungen), in den Kapiteln über binokulares Sehen und Entfernungslokalisation (die Arbeiten von *Demoll* und *Demoll* und *Schering*), in den Abschnitten über Adaptation und Unterschiedsempfindlichkeit (Arbeiten von *Bauer*, *Heß* u. a.), in den Fragen des Farbensehens (*Lubbock*, *Heß*, v. *Frisch*, *Becher*) und der Einwirkung ultravioletten Lichtes (*Lubbock*, *Heß*, *Herwerden*), der Lichtempfindlichkeit ohne Augen usw.

In dem Abschnitt über Entfernungslokalisation, in dem *Demoll* die verschiedenen in Betracht kommenden Anhaltspunkte für die Tiefenwahrnehmung anführt und seine (*Demoll* und *Schering*) genauer begründete Theorie einer Benutzung der gleichzeitigen Eindrücke von Facettenaugen und Ocellen zur Tiefenwahrnehmung kurz darlegt, vermisste ich einen Hinweis auf die gegenseitige Verschiebung der verschiedenen weiten Objekte im Bildfeld eines bewegten Beobachters, eine Erscheinung, die jeder aus dem fahrenden Eisenbahnzug kennt, und die der Astronom bei seinen Objekten als Parallaxe bezeichnet. Referent ist der Meinung, daß diese Erscheinung der Parallaxe fliegenden Tieren für die Entfernungsschätzung zumal etwas größerer Distanzen die handgreiflichsten Anhaltspunkte gibt, während das heterokulare (Facetten- und ocellare) Sehen bei der geringen Entfernung der beiden Augen wohl nur für die Nähe in Betracht kommen kann.

Demolls Buch schließt mit einem auch theoretisch weit ausholenden lesenswerten Abschnitt über die Funktion des Arthropodengehirns, mit Erörterungen über Instinktprobleme, über die Frage, wie weit das Leitungssystem im Gehirn die Leistung erklärt und erklären kann (v. *Kries*), ferner der gerade für die Insekten wichtigen Frage, ob die durch rechtes und linkes Auge aufgenommenen Eindrücke als Residuen durch neue Reize von links bzw. rechts gleich stark erregt werden können (*E. Becher*), sowie endlich über neue Auffassungen des Gehirns, die auf einem Vergleich mit den Leistungen eines *Synctiums* basieren (*S. Becher*).

Wenden wir uns von Einzelheiten des Inhaltes zum Ganzen, so brauchen wir nicht weiter auszuführen, daß *Demolls* Buch als zusammenfassende, vom Spezialforscher und Fachkenner gegebene Darstellung freudig begrüßt werden muß. Wichtig erscheint uns, daß der Autor die solchen Zusammenfassungen immer drohende Gefahr, zu im Zusammenhang unlesbaren Tatsachenberichten zu werden, glücklich vermieden hat. Das Buch liest sich auch in den sachlich schwierigeren Partien leicht und fließend, und das ist nicht die Wirkung einer peinlichen stilistischen Durchfeilung, eines vorsichtigen Abwägens von Sätzen und Worten; eher könnte man von einer sicheren Sorglosigkeit des Stiles reden. Die leichte Lesbarkeit ist die Folge der völligen Souveränität des Autors gegenüber seinem Stoff, der nirgendwo als unbeherrschte Masse dargeboten

wird, selbst dort nicht, wo wir noch sehr im Dunkeln suchen. Es ist kein toter Punkt in der Darstellung, überall die Zeichen einer unermüdlichen, Tatsachen ordnenden Kraft, ein forschungsfreudiger Erklärungsoptimismus, ein nie versagendes Quellen von Hypothesen. Dazu kommt, daß das Buch sich als Arbeit eines Vollzoologen erweist, der das hergehörige Tatsachengebiet sowohl durch morphologische als auch durch physio-

logische Untersuchungen erweitert hat, dem die historisch-phylogenetische Denkweise ebenso liegt wie das Experiment.

Der Illustration dienen 118 Textfiguren in Zinkätzung und Autotypie, darunter eine große Anzahl Originalabbildungen, von denen einige etwas schematisierte besonders instruktiv sind und Übergang in die Lehrbücher finden sollten. S. Becher, Rostock.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Jahrgang 35, Heft 3, 1917.

(Ausgegeben am 8. Juni 1917.)

Bemerkungen zum Aufsatz L. Geisenheyners über *Succisa pratensis* Moench; von A. Günthart.

Über „Einschlüsse“ im Rhizom von *Rheum*, zugleich ein Beitrag zur Mikrochemie der Oxymethylanthrachinone führenden Pflanzen; von O. Tunmann. (Mit 1 Abbild. im Text.) Die mehrfach beobachteten zentimetergroßen Einschlüsse sind bisher als durch Insekten hervorgerufene Bildungen gedeutet worden. Es sind jedoch durch geschlossene Korkmängel vom normalen Gewebe allseitig abgetrennte Gewebekomplexe, deren Zellinhalte tiefgreifende Veränderungen erfahren. Die Nährstoffe, Stärke, freie und gebundene Zucker wandern schon während der Korkbildung aus. Die Oxalate und die nicht zuckerartigen Spaltlinge der Glykoside, Gallussäure, Catechin und Oxymethylanthrachinone, bleiben zurück. Die Anthrachinone gehen zum Teil durch Reduktion in Anthranole über. Gleichzeitig werden die parenchymatischen Elemente stark zusammengepreßt, wodurch eine Vermehrung der Oxalate und Anthrachinonabkömmlinge vorgetäuscht wird.

Berichtende Mitteilung über die Keimungsbedingungen der Samen von *Arceuthobium Oxycedri* (DC.) M. Bieb; von E. Heinriche. Versuche, bei denen die Keimung der Samen auf Filtrierpapier und Holzbrettchen erzielt wurde, nicht aber auf Glasplatten, veranlaßten den Verfasser, anzunehmen, daß die Keimung nur auf organischer Unterlage und wahrscheinlich infolge eines Anreizes durch Zellulose erfolge. Demgegenüber äußerte Gaßner die Ansicht, daß das Nichtkeimen auf Glas in Hemmungsstoffen im Samen gelegen sein dürfte, die durch Filterpapier und Holz durch Diffusion unschädlich gemacht würden, bei Auslage auf Glasplatten aber erhalten blieben. Durch neue Versuche zeigt der Verfasser, daß sowohl seine, als Gaßners Deutung nicht richtig war. Das Nichtkeimen auf Glas ist Folge dessen, daß für die *Arceuthobium*-Samen, im Gegensatz zu denen unserer Mistel, Luftfeuchtigkeit allein nicht genügt, sondern auch Zufuhr flüssigen Wassers nötig ist. Die Versuche zeigten weiter, daß das Hypokotyl des Keimlings nicht nur negativ-phototrop, sondern auch negativ-geotrop reizbar ist.

Die Monosporen bei *Helminthora divaricata* nebst Notiz über die Zweikernigkeit ihres Karpogons; von N. Svedelius. (Mit 7 Abbild. im Text.) Verfasser berichtet über die bei dieser Gattung bisher unbekannten Monosporen und gibt auch einige Notizen über deren Keimung an. Im Karpogon findet Verfasser zwei Kerne ganz so wie bei den allermeisten der näher untersuchten Florideen. Dies ist aber hier besonders hervorzuheben, da gerade betreffs dieser Floridee das Gegenteil von Kurssanow behauptet worden ist, der im Karpogon nur einen Zellkern gefunden hat.

Über die Homologie zwischen den männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorganen der Florideen; von N. Svedelius. (Mit 4 Abbild. im Text.) Verfasser

versucht, die Homologie zwischen dem Florideenspermatangium und dem Florideenkarpogon nachzuweisen. Der Verfasser hebt hervor, daß das Karpogon eigentlich als zweizellig aufzufassen ist, und findet die Homologie zum Karpogone mit Trichogyne in dem Zweizellenkomplexe, welcher von Spermatangium und Spermatangiummutterzelle gebildet wird. Diese Zweizellenkomplexe wären demnach homolog. Bei der Entwicklung der weiblichen Organe wird der Schwerpunkt in die basale Zelle dieses Komplexes (das eigentliche Karpogon) verlegt, deren Kern zum Eikern wird, bei der Entwicklung der männlichen Organe (Spermatangium und Spermatangiummutterzelle) wird dagegen umgekehrt die obere Zelle die wichtigste, und ihr Kern wird zum Spermatiumkern.

Über die Entwicklung und phylogenetische Bedeutung des Embryosacks von *Lythrum Salicaria*; von G. Tischler. (Mit 1 Tafel.) Nach der vorliegenden Literatur ist für die Familie der Onograceen der 4-kernige Embryosack charakteristisch; von Übergängen zum normalen 8-kernigen Typus war aber vergeblich gesucht worden. Es wird nun gezeigt, daß bei den zu der nächstverwandten Familie der Lythraceen gehörenden *Lythrum Salicaria* nach normaler Tetraden- teilung der Embryosack-Mutterzelle sich der Embryosack an der untersten Zelle zwar noch 8-kernig anlegt, aber sehr frühzeitig „sekundär“ 4-kernig wird. Die drei für die Antipoden bestimmten Kerne degenerieren nämlich sehr früh, oft nach vorausgegangener Fusion. Wo schon besondere Antipoden selbst gebildet waren, da sterben diese lange vor der Befruchtungsfähigkeit des Embryosacks ab. Die Polkerne verschmelzen, wie üblich. Auch die verwandte Gattung *Cuphea* besitzt im Endstadium des Embryosacks keine Antipoden mehr.

Erste vorläufige Mitteilung mykologischer Ergebnisse (W. 1—106); von Franz von Höhnel. Enthält sehr zahlreiche Angaben zur speziellen Systematik der Basidiomyceten, Ascomyceten und Fungi imperfecti. Richtigstellungen, Synonyme, neue Arten und Gattungen.

Schwebepflanzen aus dem Wigrysee bei Suwalki in Polen; von Bruno Schröder. (Mit 1 Tafel.) Das Phytoplankton trat in den Proben vom 24. August 1916 gegen das Zooplankton quantitativ sehr zurück und war qualitativ mit 33 Arten vertreten, unter denen *Anabaena flos-aquae* eine Wasserblüte bildete. Eine Anzahl charakteristischer Schwebepflanzen des Limnoplanktons fehlten. Von *Ceratium hirundinella* kamen in bezug auf die Zahl der Hörner alle 3 Formen zugleich vor, was das Vorhandensein von Temporalvariationen in Frage stellt. Von den Bachmannschen 7 Formentypen fanden sich deren 6 zu gleicher Zeit und an derselben Stelle; demnach hat die frühere Aufstellung von Lokalvariationen keine Berechtigung. Bemerkenswert war das mehrfache Auftreten von Mikroorganismen, die sich auf Pflanzen und Tieren des Planktons ansiedeln und mit ihnen Biocoenosen bilden. Eine Monadosynechanose im Sinne Paschers ist das Zusammenleben von *Hyalobryon Voighti* mit *Microcystis aeruginosa*, eine Monodobacillariose des von *Salpingoeca frequentissima* auf *Asterionella* und auf *Fra-*

gileria Krotonensis, während *Characium Debaryanum* auf *Cyclops* und *Diaptomus*arten sowie auf *Polyarthra* eine Chlorophyceozynozoonose und *Eunotia lunaris* var. *planitonica* auf *Cyclops* und *Diaptomus* eine Bacillariosynozoonose darstellen, deren Vorteil unter anderem die Erlangung besserer Ernährungsverhältnisse und die Möglichkeit größerer Verbreitung der Art des Epibionten ist.

Über den Einfluß von Kontaktreizen und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den Turgeszenzzustand von Keimstengeln; von P. Stark. (Mit 3 Abbild. im Text.) Durch Kontaktreiz wird bei den Keimstengeln von *Agrostemma* eine erhebliche Wachstumsbeschleunigung hervorgerufen (entsprechend wie bei Ranken). Durch starkes mechanisches Reiben werden bei diesen und anderen Objekten Erschlaffungskrümmungen erzielt, die durch das Abkratzen von Wachsschichten und dadurch einseitig verstärkte Transpiration bedingt sind. Dieser Vorgang wird im Dampfraum sofort, an trockener Luft erst allmählich rückgängig gemacht, und zwar selbst dann, wenn die Keimlinge vollständig umgefallen sind. In trockener Luft findet über kurz oder lang eine Regeneration der Wachsschichten statt.

Über die Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität; von Clara Zollikofer. (Mit 1 Abbild. im Text.) Die Befunde von G. und F. Weber über eine geoviskosische Reaktion (vgl. Heft 16, V, S. 266) bestätigen sich nicht. Die Plasmaviskosität der Stärke-scheidenzellen von *Phaseolus multiflorus* ist weder im ganzen Keimstengel, noch innerhalb der einzelnen Zelle eine gleichmäßige, sondern weist ebenso große Differenzen auf, wie die von Weber als geoviskosischen Effekt gedeuteten. Bei strengerer Berücksichtigung der Fehlerquellen läßt sich keine Änderung der Plasmaviskosität infolge geotopischer Reizung feststellen.

Über die Entwicklungsgeschichte und die systematische Stellung der Tilopterideen; von Harald Kylin. Durch Studien der einschlägigen Literatur ist der Verfasser zu der Auffassung gekommen, daß es bei den Tilopterideen (die Gattungen *Tilopteris* und *Haplospora*) einen regelmäßigen Generationswechsel gibt, einen Wechsel zwischen einem Gametophyten und einem Spermophyten. Der Gametophyt vermehrt sich durch Eier und Spermatozoiden, den Spermophyt durch vierkernige Monosporen. Jede Monospore entspricht den vier Tetrasporen eines Sperangiums bei *Dictyota*. Die Tilopterideen gehören einer besonderen Ordnung, die möglicherweise als Dictyotaceen aufzufassen ist. Der Verfasser unterscheidet unter den Phaeophyceen fünf Ordnungen, nämlich: Phaeosporae, Tilopterideen, Dictyotales, Laminariales und Fucales.

Die Zellmembran und die Zellteilung von *Closterium* Nilzsch. Kritische Bemerkungen; von J. Lütkenmüller.

Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 2. Wirkung des Gases auf grüne Pflanzen; von C. Wehmer. (Mit vier Textfiguren.)

Die biologische Bedeutung der Nukleolen; von Arthur Meyer. Die Nukleolen sind rein ergastische Gebilde, und zwar Reservestoffe, die im Zellkern völlig neu gebildet und vollständig gelöst werden. Sie bestehen aus Eiweißstoffen, welchen die Nukleoproteide mikrochemisch am meisten gleichen. Ebenso, wie die in den Trophoplasten wachsenden Stärkekörner nicht nur für die Trophoplasten, sondern für die ganze Zelle Bedeutung haben, werden auch die Nukleolen für den ganzen Protoplasten gebraucht. Das Kernkörperweiß scheint in besonders großem Maße beim Wachstumsprozeß der Protoplasten verbraucht zu werden. Ob die Nukleolen beim Aufbau der Kernteilungsfiguren Verwendung finden, wissen wir nicht.

Über eine Meliacee mit blattbürtigen Blüten; von H. Harms. (Mit 1 Abbild. im Text.) Beschreibung.

von *Chisocheton Pohlianus* Harms n. sp., einer von Ledermann in Deutsch-Neu-Guinea gesammelten Meliacee, bei der neben normalen achselständigen Rispen auch Blütenbüschel auf der Spindel der Fiederblätter vorkommen. Es ist noch fraglich, ob dieser Fall epiphyller Infloreszenzen unter die normalen Vorkommnisse dieser Erscheinung zu rechnen ist. Für Fiederblätter war die Erscheinung bisher noch nicht nachgewiesen. Im Anschluß daran werden die bisher bekannten Fälle blattbürtiger Blüten übersichtlich zusammengestellt. Auch werden die verschiedenen Deutungsversuche erörtert, die die epiphyllen Blütenstände mit dem normalen Verhalten in Einklang zu bringen streben.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Jahrgang 35, Heft 4, 1917.

(Ausgegeben am 26. Juni 1917.)

Zweite vorläufige Mitteilung mykologischer Ergebnisse (Nr. 107—200); von Franz von Höhnelt. Enthält sehr zahlreiche Angaben zur speziellen Systematik, insbesondere der Ascomyceten und Fungi imperfecti. Richtigstellungen, Synonyme, neue Arten und Gattungen.

Über eine unzuweckmäßige Einrichtung im Blütenbau von *Lobelia latiflora*; von A. Wagner (mit 1 Tafel).

Über die Kälteresistenz der Meeresalgen; von Harald Kylin. Unter den untersuchten Florideen sind *Trailliella*, *Delesseria* und *Laurencia* als sehr kälteempfindlich zu bezeichnen. Sie vertragen nicht -3° bis -4° . Besonders kälteresistent sind unter den Florideen *Nemalion*, *Bangia* und *Porphyra*. Die Braunalgen *Fucus*, *Ascophyllum* und *Pylaiella* sind ebenfalls sehr kälteresistent, indem sie vertragen, bis -18° bis -20° abgehärtet zu werden. Die jungen Laminariaarten vertragen nur eine Temperatur von etwa -5° , die älteren sind dagegen bedeutend kälteresistent. — Die Kälteresistenz der empfindlicheren Arten wird nicht dadurch vergrößert, daß sie Gelegenheit bekommen Zucker aufzunehmen.

Über die Schädlichkeit ultravioletter Strahlen; von A. Ursprung und G. Blum. Es wurde der Einfluß ultravioletter Strahlen (erzeugt durch Quecksilberquarzlampen) auf die osmotischen Eigenschaften des Plasmas (geprüft mit Plasmolyse und Deplasmolyse) untersucht. Unter Algen und Pilzen, sowie Blättern, Blüten und Wurzeln höherer Pflanzen fanden sich bedeutende Verschiedenheiten in der Widerstandsfähigkeit. Es ließ sich das z. T. auf die Schutzwirkung von Membranen, Gewebeschichten, auf verschiedene Einfallwinkel usw. zurückführen. In zahlreichen Fällen mußte jedoch die Erklärung in der verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Plasmas gesucht werden. Anhaltspunkte für die Richtigkeit des Hertelschen Erklärungsversuches wurden nicht gefunden. Hervorgehoben sei die Schutzwirkung eines selbst dünnen Wachsoberzuges, sowie der kutinisierten Epidermisaußenwand. Ferner die leichtere Schädigung junger Zellen. Der Vergleich anthocyan- bzw. chlorophyllhaltiger und -freier Zellen führte zu keinen einheitlichen Resultaten. Die Schädigung der Diastase im lebenden Blatt ergab sich aus dem Fehlen der Stärkelösung in den bestrahlten Teilen.

Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 3. Wirkung des Gases auf Wurzeln und keimende Zweige beim Durchgang durch Erde und Wasser; von C. Wehmer (mit 3 Abb. im Text).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Jahrgang 35, Heft 5, 1917.

(Ausgegeben am 31. August 1917.)

Über die Trichothyriaceen; von J. v. Höhnelt. *Nitschkea Flageoletiana* Sacc. wird als *Locanthomyces*-Art erkannt und gezeigt, daß die Perithezien invers

sind mit hängenden Asci. Solche Perithecieen werden Katothecien genannt. Die Perisporiales zerfallen nun in die Perisporiaceen, Trichothyriaceen, Microthyriaceen und Englerulaceen.

System der Phacidiales; von J. v. Höhnelt. Die Phacidiales sind Discomyceten, welche die Dothideales mit den Pezizales verbinden. Sie werden in die Schizothyriaceen, Leptopeltineen, Dermopeltineen, Phacidaceen, Phacidostromaceen und Cryptomyceteen eingeteilt. Das System führt 56 Gattungen (darunter 29 neue) auf, die in einer analytischen Übersicht angeführt werden. Schließlich sind die Typusarten aller Gattungen angeführt.

Das Problem der Stickstoffbindung (Festlegung des Luftstickstoffs) bei niederen Pflanzen; von Hermann Fischer.

Über Beurteilung des Zellbaues kleiner Algen mit besonderem Hinweise auf *Porphyridium cruentum* Naeg; von F. Brand. (Mit 3 Abbild. im Text.) Zur Aufklärung der Struktur kleinster Algen sind die bisher vorwiegend üblichen Methoden der Kultur und der Vorbehandlung mit Chemikalien nicht geeignet. Die Inhaltsbestandteile dieser primitiven Organismen sind oft weniger stabil differenziert und erleiden durch äußere Einflüsse leicht Veränderungen ihrer Form und gegenseitigen Lage. Nichtbeachtung dieses Umstandes hat schon früher zu der neuerdings wieder aufgetauchten Meinung geführt, daß *Porphyridium cruentum* eine Cyanophyceen sei, während alle unmittelbaren Beobachtungen auf Zugehörigkeit zu den Bangiaceen hinweisen.

Pollenschläuche und Embryosackhaustorien von *Plantago major*; von Wilhelm Röpler. (Mit 1 Tafel.) Unter aporogamen Pflanzen versteht man solche, deren Pollenschläuche nicht den gewöhnlichen Weg durch Fruchtknotenhöhle und Mikropyle zur Eizelle nehmen, sondern unter Vermeidung der Mikropyle völlig intercellular im Gewebe wachsen. Zu ihnen sollen nach Navaschins Mitteilung, auf Grund von Beobachtungen seines Schülers Aschkenasi, auch einige *Plantago*-arten gehören.

Es wird nun nachgewiesen, daß *Plantago major* nicht aporogam, sondern der allgemeinen Regel folgend, porogam ist. Verfasser wirft die Frage auf, ob nicht vielleicht jene Angabe auf einer Verwechslung der Pollenschläuche mit den Embryosackhaustorien beruhen könne; jenen Protoplasmafortsätzen, die das Gewebe des dicken Integuments durchziehen, um Embryo und Endosperm zu ernähren.

Die Beziehungen der Kiesel Flechten zu ihrer Unterlage: III. Bergkristall und Flint; von E. Bachmann. (Mit 8 Abbild. im Text.) Kleine Bergkristalle der Topasbreccie des Schneckensteins im Erzgebirge wiesen selbst nach mehrjähriger Einwirkung des Lagers von *Lecidea crustulata* keinerlei Ätzspuren auf. Das gleiche konnte für die auf Flint wachsenden Flechten *Parmelia subaurifera*, *Lecanora polytropia* f. *illusoria*, *Buellia stellulata* und *Placodium saxicolum* nachgewiesen werden, und zwar nicht bloß für völlig homogenen Flint, sondern auch für den kreideähnlichen, weißen Überzug, den jener manchmal besitzt. — Die große Festigkeit, mit der die vier letztgenannten Flechten dem Stein anhaften, wird durch Klebzellen an besonderen Organen bewirkt (bei *Parmelia subaurifera* an rhizoidalen sternförmigen Haftschleiben, bei *Placodium* an vorspringenden Lagerrändern). Bei *Lecanora polytropia* und *Buellia stellulata* fehlen Klebzellen; sie adhären an dem Stein, indem die dicht paraplektenchymatisch gebaute Unterseite des Lagers sich den Unebenheiten des Flints genau anschmiegt.

Über die Variabilität der Blüte von *Paris quadrifolia*; von P. Stark. (Mit 1 Abbild. im Text.) Wie

der Laubblattquirl, so zeichnet sich auch die Blütenregion der Einbeere (*Paris quadrifolia*) durch sehr hohe Variabilität aus. Neben häufigeren Bindungsabweichungen (Metamorphosen, Gabelung, Vermehrung und Verminderung der Quirizahl) treten wir auch auffälliger Durchbrechungen des normalen Blütentypus. Hierher gehört die laubblattartige Ausbildung des Kelches und die Apetalie, beides Erscheinungen, die bei asiatischen Arten erblich fixiert sind. Durch die Verwirklichung des trimeren, pentameren, hexameren und heptameren Blütentypus stellt unsere einheimische Einbeere eine Brücke her zwischen dem alten Trilliumtypus und den stattlichen, hochzähligen Formen des Ostens. Daneben treten ganz neuartige Blütendiagramme auf, die sonst der Familie der Liliaceen durchaus fremd sind und auf neue Entwicklungslinien hinweisen.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Jahrgang 35, Heft 6, 1917.

(Ausgegeben am 28. September 1917.)

Über den mittleren jährlichen Wärmegenuss von *Webera nutans* (Schreb.) Hedw. und *Leptoscaphus Taylori* (Hook.) Mitt. im Elbsandsteingebirge; von H. Schade. (Mit 2 Abbild. im Text.) Als Fortsetzung früherer Untersuchungen werden die Ergebnisse 5-jähriger Temperaturmessungen in je einem Rasen beider Moosarten mitgeteilt. Gemessen wurden nur die Temperaturmaxima und -minima, und zwar während der Jahre 1912 bis 1917. Als absolutes Maximum während dieser Zeit ergaben sich für *Webera* 56,8°, für *Leptoscaphus* dagegen nur 17°. Das absolute Minimum betrug für ersteres -9,7°, für letzteres -6,0°. Als mittlere Jahrestemperatur werden für *Webera* 23,3°, für *Leptoscaphus* aber nur 6,2° festgestellt. Sie kennzeichnen zwei auf engem Raum nebeneinander auftretende Klimata höchst gegensätzlicher Natur. Die Temperatur der Rasen bewegt sich zwischen denen der Felsunterlage und der Luft. Zum Vergleich werden noch die Maxima und Minima der Luft- und Bodentemperatur (2 cm Tiefe) im Botanischen Garten zu Dresden während der gleichen Zeit herangezogen.

Die erste Aufzucht einer Rafflesiacee, *Cytinus Hypocistis* L., aus Samen; von E. Heinricher. (Mit 1 Tafel.) Der Verfasser bespricht die Kultur des Parasiten, die ihm zunächst mit Exemplaren gelang, die zu Lussin in Istrien mit der Nährpflanze ausgegraben worden waren, und bringt gelungene Aufnahmen des interessanten Schmarotzers. Auch die Aussaat von aus Athen bezogenen Samen auf Cistussämlinge hatte Erfolg. Die Aussaat erfolgte am 1. August 1913, im Frühling 1917 brachen in zwei Kulturtöpfen die Blütenstände des Wurzelschmarotzers aus der Erde hervor. So ist ein beiläufiges Maß für die Entwicklungsschnelligkeit gewonnen und der Erfolg sollte anregen, auch die Aufzucht von *Rafflesia*, *Brugmansia* in den Tropen zu versuchen. Festgestellt wird, daß auf der Insel Lussin beide Varietäten von *Cytinus Hypocistis*, sowohl *kermesinus* als auch *ochraceus*, vorkommen, anscheinend aber auf verschiedenen Cistusarten.

Zur Kenntnis der Blüte von *Cytinus Hypocistis* L.; von E. Heinricher. (Mit 1 Tafel.) Beschrieben wird eine Zwitterblüte, die sich in der Übergangszone zwischen den männlichen und weiblichen Blüten des Blütenstandes vorfindet. Zur Morphologie der Blüte wird festgestellt, daß in den männlichen Blüten ein Narbenrest nachweisbar ist; ferner werden irrig Angaben über die Zahl der Staubblätter und der Fruchtblätter berichtigt und der Aufbau des Fruchtknotens erläutert. Eine Tafel belegt mit Abbildungen das Vorgebrachte.

Über die Standorte der Salzpflanzen; von R. Kolkwitz.

Über abnorme Blüten bei *Nyssa sylvatica* Marsh.; von H. Harms. (Mit 1 Abbild. im Text.)

41213 0

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 2.

11. Januar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Abstammung des Hauspferdes und des Hausesels. Von Dr. Otto Antonius, Wien. S. 13.
Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber. Von Oberingenieur Georg

Schmidt, Berlin-Siemensstadt. (Schluss.) S. 18.
Deutsche ornithologische Gesellschaft: Biologie von Corvus corax L. S. 24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Bodenschätze als biologische und politische Faktoren

Von

Professor Dr. **Walther Roth**

(Greifswald)

Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Zweite, unveränderte Auflage.

Mit 2 Textfiguren. — Preis M. 2.80.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort. — Einleitung.

Unsere Nahrungsstoffe: I. Die organischen Nahrungsstoffe. II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe.

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Nahrungskanals für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Einfluß des Appetits der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Der Zellstoffwechsel.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe.

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel am Darmkanal.

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Vor kurzem erschien:

System der Ernährung

von

Dr. Clemens Freiherr von Pirquet,

o. ö. Professor für Kinderheilkunde und Vorstand der Universitäts-Kinderklinik in Wien

Erster Teil

Mit 3 Tafeln und 17 Abbildungen. — Preis M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Übersicht.

Die Milch als Nahrungseinheit.

Nahrungsbrennstoffe.

Nahrungsbaustoffe.

Sitzhöhe und Körpergewicht.

Sitzhöhe und Darmfläche.

Körpergewicht und Darmfläche.

Ernährung nach der Darmfläche.

Tafel zur Ernährung des Menschen.

Tafeln für den Einkauf von Nahrungsbrennstoff und Nahrungsweiß.

Literaturverzeichnis.

Sachverzeichnis.

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20⁰/₁₀, auf gebundene Bücher 30⁰/₁₀

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

11. Januar 1918.

Heft 2.

Die Abstammung des Hauspferdes und des Hausesels.

Von Dr. Otto Antonius, Wien.

A. Hauspferd.

1. Die Wildpferde am Ausgange der Quartärzeit.

Der enorme Reichtum des europäischen Quartärs an Pferden ist bekannt. Eine jungpaläolithische Station ohne Pferde ist nahezu undenkbar. Handelt es sich auch bei allen diesen Resten um Wildpferde, die bestimmt nicht domestiziert waren, so haben wir uns doch mit ihnen zu befassen, weil in ihnen das Material gegeben war, das der Mensch späterer Zeiten sich durch Zählung und Züchtung nutzbar machte. Als Gebiet der ursprünglichsten Domestikation werden wir den eurasiatischen Steppengürtel kennen lernen, der die letzten Reste solchen Reichtums an Wildpferden bis auf die Gegenwart bewahrt hat. Gerade diese rezenten Wildpferde sind wichtig, weil sie uns beweisen, daß eben im Gebiete der eurasiatischen Steppe mehrere Typen echter Pferde, wohl geographisch voneinander getrennt, weit in historische Zeit hinein gelebt haben. Der eine, noch heute in wildem Zustande vorhanden, ist das mongolische Wildpferd, schon von P. S. Pallas als *Equus ferus* unverkennbar beschrieben, in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von N. Przewalski wiederentdeckt, von Poljakoff diesem Forscher zu Ehren *Equus przewalskii* benannt und seitdem unter diesem Namen bekannt. Es ist ein kleines Pferd, stämmig, aber nicht gerade schwer im hippologischen Sinne gebaut, mit sehr primitiver Schädelbildung. Der Kopf ist groß und dick, wie bei allen Wildpferden, der Schädel lang, hoch, von mittlerer Breite — eher schmal als sehr breit —, der Schnauzenteil im Verhältnis zum Hirnschädel lang, das Profil annähernd gerade oder in leichtem Bogen konvex. — Recht verschieden war das zweite Wildpferd, das sich bis in die Gegenwart hinein gehalten hat, das südrussische. Im neuen „Brehm“ hat Heck die Ausrottungsgeschichte dieses Pferdes genau mitgeteilt. Dieses seinerzeit in Südrußland als „Tarpan“ bezeichnete Tier war ebenfalls klein, aber schlanker gebaut, edler im hippologischen Sinn, der Kopf zwar ebenfalls „dick“, der Schädel ebenfalls von mittlerer Breite, aber durch das nicht konvexe, sondern eher konkave Profil und ganz besonders durch den kurzen Schnauzenteil sehr ausgezeichnet. Die ersten Nachrichten von wissenschaftlichem Wert über dieses Tier brachte S. G. Gmelin in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts; ihm zu Ehren habe ich dafür¹⁾

den Namen *Equus gmelini* vorgeschlagen. — Beide Wildpferdtypen kehren wieder im europäischen Jungpaläolithikum. Eine Form vom Typus des *Equus ferus* hat nicht nur dem Steinzeitjäger des Solutréen als Hauptnahrung gedient, sondern auch den Künstlern des ausgehenden Paläolithikums als beliebtestes „Modell“ für ihre künstlerische Betätigung. Aus den vielen hundert solcher Umrißzeichnungen, Skulpturen u. dgl., die uns der Boden Westeuropas überliefert hat, können wir mit voller Sicherheit den Schluß ziehen, daß damals eben dieses Wildpferd weit aus die häufigste Art gewesen sein muß, neben der die anderen scheinbar nur in lokal abgegrenzten Gebieten auftraten und zur Darstellung gelangten. Aus Mitteleuropa kenne ich den Typus von den jungpaläolithischen Stationen der Wachau, auch die süddeutschen und schweizerischen Quartärpferde scheinen zum Teil wenigstens dem gleichen Formenkreis anzugehören, nicht aber der oft angeführte Schädel von der Schussenquelle; wie W. v. Reichenau²⁾ angibt. Der Träger des Schussenrieder Schädels war ein ausgesprochen kurzschnauziges Pferd, das sich schon dadurch als dem Formenkreis des russischen Tarpan angehörig erweist. Unbegreiflicherweise hat v. Reichenau gerade den Schussenrieder Schädel als Typus seines „*Microhippus*“ *przewalskii* angegeben, während doch ein Blick auf die Abbildungen rezenter Wildpferdschädel bei Salensky³⁾ und Lydekker⁴⁾ einerseits, auf jene des fraglichen süddeutschen Schädels andererseits genügen muß, um die vollständige Verschiedenheit beider Typen vor Augen zu führen! Die geringe Größe und der „dicke“ Kopf ist die einzige Ähnlichkeit, die zwischen beiden besteht, und das ist denn doch zu wenig, um beide in einer Art zu vereinigen und zu einem eigenen Subgenus zu erheben. Viel größer, und daher auch wohl in einem wirklichen engeren Verwandtschaftsverhältnis begründet, ist, wie erwähnt, die Ähnlichkeit des Schussenrieder Schädels mit jenem des südrussischen Tarpan. Pferde des gleichen Typus scheinen aber auch in Frankreich gelebt zu haben, wenigstens deuten darauf mehrere vorzügliche Darstellungen des prähistorischen Menschen. Besonders typisch ist die prachtvolle Elfenbeinschnitzerei eines wiehernden Pferdekopfes aus Mas d’Azil. An Zahl stehen aber die sicheren Darstellungen dieses Typus hinter jenen des *Equus ferus* weit zurück und lassen so wohl auch einen Rückschluß zu auf die größere Häufigkeit des letzteren. Das schließt aber keineswegs aus, daß dieser „Tarpan-typus“ gerade in Europa den anderen überlebt hat, ähnlich wie wir das in der Gegenwart bei

den südafrikanischen Tigerpferden sehen: das einst in ungeheurer Zahl auf den Steppen vorhandene Quagga ist bis zum letzten Exemplar ausgerottet, das nur inselartig im Gebiet der anderen Art, und zwar an unzugänglichen Örtlichkeiten vorkommende Bergzebra heute noch in mehreren Herden vorhanden. — Knochenreste aus prähistorischer Zeit und Darstellungen des gleichzeitig lebenden Menschen beweisen aber auch die Existenz eines dritten Pferdetypus im alten Europa. In diesen dritten Formenkreis gehören vor allem die großen Pferde, die von vielen altquartären Fundstätten bekannt geworden sind, so das Mosbacher Hochterrassenpferd *Equus mosbachensis* v. Reichenau¹⁾, *Equus taubachensis* Freudenbg., das dem letzteren sehr nahestehende Heiligenstädter Tundrapferd *Equus abeli* Ant.

In die gleiche Gruppe gehören wahrscheinlich auch einige mittelgroße Pferde, die die Steppen Deutschlands und Österreichs im jüngeren Quartär bevölkert haben und gewissermaßen den Übergang zu den eigentlichen Steppenpferden vom Typus des *Equus ferus* Pall. bilden. Es sind dies das norddeutsche Wildpferd *Equus germanicus* Nehring, das mir auch aus Böhmen (Türmitz) bekannt ist, und das etwas größere *Equus Wolrichi* Ant. aus dem Donaugebiet. Beides sind schwerkgebaute Pferde von knapp mittlerer Größe mit langem, ziemlich schmalem Schädel. Auf ihre Ähnlichkeit mit modernen Kaltblütern hat schon A. Nehring⁵⁾ hingewiesen. Andererseits ist auch die Ähnlichkeit mit *Equus ferus* unverkennbar. Prähistorische Darstellungen kaltblütiger Pferde sind mir in größerer Zahl aus Frankreich und Spanien bekannt und beweisen jedenfalls, daß solche Pferde noch mit dem Menschen zusammen Europa bewohnt haben und nicht etwa durch das wiederholte Vordringen der dünnen Hungersteppe im Jungquartär vollkommen verdrängt und vernichtet worden waren. Ja, wir werden sogar annehmen können, daß gerade sie am leichtesten imstande waren, sich den veränderten Lebensverhältnissen bei neuerlichem Vordringen des Waldes anzupassen. Sehen wir doch ihre älteren nahen Verwandten so häufig in Verbindung mit jener charakteristischen „Waldweidefauna“ auftreten, und finden wir andererseits ihre mutmaßlichen Nachkommen noch heute gerade in den

niederschlagreichsten Gegenden Europas verbreitet! Im allgemeinen haben wir es bei dieser Gruppe mit mittel- bis sehr großen Pferden zu tun — *Equus abeli* erreichte eine Schulterhöhe von 1,80 m! —, die mit ihrem schweren, aber nicht plumpen Körperbau und dem langen, besonders langschnauzigen Schädel, der schmalen Stirn und dem geraden oder konvexen Profil dem ursprünglichen Kaltbluttypus sehr ähnlich waren, wie ihn noch heute viele norische, schleswigsche, aber auch andere schwere Pferderassen gelegentlich zeigen.

Dies sind die drei Typen in jenen Ländern Europas, die zur Zeit der ersten Bekanntschaft mit dem Hauspferd zweifellos noch Wildpferde besessen haben. Wie weit diese Einteilung auch für das paläarktische Asien gilt, wissen wir nicht; anzunehmen ist aber, daß auch dort neben dem heute noch vorhandenen *Equus ferus* andere Formen echter Pferde lebten. Auf die ursprünglichen Wildpferde jener Länder einzugehen, die zur Zeit der Einführung des Hauspferdes keine mehr besessen haben, in denen also der eingeführte Hauspferdstamm durch Einkreuzung heimischen Wildmaterials nicht mehr verändert werden konnte, wie etwa Italiens oder Indiens, erübrigt sich.

2. Zeit, Art und Ursachen der ersten Domestikation.

Prähistorische Zeitangaben haben immer etwas Mißliches! Wenn wir daher bei U. Duerst⁶⁾ lesen, daß das Pferd „etwa um das 10. Jahrtausend“ vor Chr. domestiziert worden sei, so hat jeder, der selbst paläontologisch oder archäologisch gearbeitet hat, für solche Zeitangaben wohl nur ein Lächeln übrig! Tatsächlich fehlt jeder Beweis sowohl für die Tatsache der Domestikation als auch für die Richtigkeit der Zeitbestimmung. Aus der Zunahme an Häufigkeit an einem Fundplatze wird auf die Domestikation, aus dem gegenseitigen Stärkeverhältnis der einzelnen Strata auf ihre Dauer geschlossen, ganz willkürlich natürlich, und das so erlangte Resultat wird dann dem gläubigen Leser als Ergebnis wissenschaftlicher Forschung vorgesetzt! Kaum mehr Anspruch auf Richtigkeit macht auch eine zweite Angabe des gleichen Autors nach „sehr glaubwürdigen“ chinesischen Quellen, wonach das Pferd in China im Jahre 3468 v. Chr. als domestiziertes Tier eingeführt worden sein soll. Es wird dabei freilich verschwiegen, daß in China die historische Überlieferung, also eine einigermaßen sichere Datierung, erst um das Jahr 2200 v. Chr. einsetzt, und daß daher die „glaubwürdige“ chinesische Angabe weit in die mythologische Zeit hinaufragt! Zu Beginn der historischen Zeit scheint das Pferd in China allerdings schon bekannt gewesen zu sein; das stimmt auch gut zu der begründeten Annahme, daß die arischen Völker das Pferd bei ihrer Einwanderung, also ca. 2000 v. Chr., mitführten, daß gleichzeitig oder kurz nachher auch

¹⁾ Wahrscheinlich auch *Equus süßenbornensis* Wüst, das v. Reichenau auf Grund gewisser Gebißcharaktere als „Zebra“ (*Hippotigris*) bezeichnet, weil er eben darin Anklänge an das rezente Somalizebra (*Equus grevyi*) findet, das aber gerade unter den übrigen gestreiften Pferden vollständig allein steht, überhaupt der am meisten abweichende Equide der Gegenwart ist. Die „Gattung“ *Hippotigris* ist eben nur auf der durch die Streifung hervorgerufenen äußeren Ähnlichkeit begründet, osteologisch erweisen sich die rezenten Zebras als Angehörige dreier sehr verschiedener Equidenstämme. Man kann daher wohl kaum eine fossile Art, bloß auf gewisse Ähnlichkeit im Gebiß hin, mit Zebras in Beziehung bringen, — wenigstens so lange nicht, als nicht Eingehenderes eben über das Gebiß der Zebras bekannt ist als bisher.

das Zweistromland in den Besitz des edelsten Haustieres gelangte, während es in Griechenland etwa um 1700 v. Chr. nachweisbar ist und für die gleiche Zeit auch schon für Vorderasien und Ägypten angenommen werden muß. In Mitteleuropa sehen wir das Hauspferd überall mit dem Beginn der Bronzezeit, der von den Prähistorikern übereinstimmend an die Wende des 3. und 2. Jahrtausends v. Chr. verlegt wird. Man könnte also annehmen, daß das Pferd in Mittelasien vor 2000 domestiziert war, daß von hier aus sowohl der Osten — China — als auch der Westen — die damals wohl von Ariern bewohnten pontisch-kaspischen Steppen — seine Bekanntschaft machten; letztere Völkerstämme brachten es nach Süd- und Vorderasien, und sie werden es wohl auch gewesen sein, die den europäischen Stammesverwandten diese Bekanntschaft weiter vermittelten. Überall aber, wohin dieses primitive Hauspferd kam, wird es tatkräftige und findige Menschen veranlaßt haben, ihrerseits das bei ihnen noch vorhandene Wildpferdmaterial heranzuziehen, sei es zur Kreuzung, sei es in Reinzucht. Wo nun dieses bodenständige Pferd an Zahl die eingeführten Hauspferde überwog, wird es auch der dort neugebildeten Rasse seinen Stempel aufgedrückt haben. So sehen wir das „arische“ Pferd verschieden von dem wahrscheinlich früher domestizierten mongolischen. Während das letztere vorwiegend, wenn auch nicht ausschließlich, auf das mongolische Wildpferd zurückgeht, schließt sich das primitive arische Pferd so eng an den pontischen „Tarpan“ an, daß an einer vorwiegenden Abstammung von diesem nicht gut gezweifelt werden kann. Ebenso mögen in Mittel- und Westeuropa noch vorhandene Bestände „kaltblütiger“ Wildpferde nunmehr gezähmt worden sein und auf diese Weise zur Entstehung mancher sonst rätselhafter Hauspferdstämme beigetragen haben.

Schwer zu beantworten ist die Frage nach der Art der ersten Domestikation. Ob es sich zunächst um eine Hege des beliebten Jagdtieres — vielleicht aus religiösen Gründen! — handelte oder ob die Verwendung einfach eine bewußte Nachahmung darstellt, wird wohl eine offene Frage bleiben. In letzterem Falle könnte man sich denken, daß der Mensch, der zunächst das viel früher domestizierte Rind vor den Wagen und Pflug gespannt hatte, durch logisches Nachdenken zu dem Schlusse kam, daß sich das Pferd für den Dienst vor dem Wagen besser eignen würde. Wobei es immerhin zunächst der Kultwagen gewesen sein mag, den man dem „aristokratischen“ Haustier anvertraute. Sicher ist jedenfalls das eine, daß das Pferd zuerst überall nicht als Reittier, sondern als Zugtier erscheint, und zwar auch in dieser Verwendung noch beschränkt, indem es nur den Streitwagen der Könige und Großen, vielleicht auch den Reisewagen für schnelle Reisen, niemals aber den Lastwagen zieht.

3. Die prähistorischen und frühhistorischen Hauspferde.

Wir wenden uns nunmehr den ältesten Hauspferden der einzelnen Kulturkreise, ihren Wandlungen und Wanderungen zu. Entspricht die oben erwähnte chinesische Angabe, die das Pferd bereits zum Kulturbesitz der ältesten historischen Zeit rechnet, den Tatsachen, so haben wir die erste Domestikation in Mittelasien, wohl in den mongolischen Steppen, anzunehmen, und zwar vor dem Jahre 2200 v. Chr. Wenn aber diese Zeitangabe zu unsicher ist — als Nichtfachmann kann ich mir kein Urteil erlauben —, um als begründet zu gelten, dann bestünde noch die Möglichkeit, daß es zuerst weiter im Westen arische (?) Stämme waren, die das bei ihnen vorhandene Wildpferd vom Tarpantypus zähmten, und daß von ihnen dann östliche Nachbarn zur Zähmung des *Equus ferus* angeregt wurden. Wie diese Tatsache sich auch verhalten möge, sicher ist das eine, daß von dem europäisch-asiatischen Steppengürtel aus die alten Kulturländer das Hauspferd erhielten. Im allgemeinen läßt sich der heutige mongolisch-chinesische Pferdeschlag ohne weiteres von dem rezenten mongolischen Wildpferd ableiten, obwohl natürlich vielfach fremdes Blut im Laufe der Jahrtausende ins Land gekommen sein mag.

Das alte Kulturgebiet im Westen Asiens hat das Pferd, wenn die heute meist angewandte Chronologisierung richtig ist, bald nach 2000 v. Chr. erhalten. Im Zweistromland kannten es weder die Sumerer, die Schöpfer der altbabylonischen Kultur, noch auch die nach 3000 einwandernden und die Urbevölkerung allmählich aufsaugenden Semiten. Noch dem gewöhnlich um 2000 angesetzten Hammurabi, dem berühmten Schöpfer des ältesten Gesetzbuches, war es unbekannt, wie aus dem Fehlen jeder Erwähnung eben in diesem Gesetzbuche zu schließen ist. Aber wahrscheinlich schon unter seinem Nachfolger Samsuiluna findet sich in einem Brief eine Erwähnung des Pferdes. Da dies die älteste bekannte schriftliche Erwähnung unseres Haustieres ist, will ich die betreffende Stelle nach der Übersetzung von *Ungnad* wörtlich anführen: „Samas und Marduch mögen dich gesund erhalten! Ein Gur Getreide nimm fort als Futter für die Pferde, damit die Pferde nicht Hunger leiden müssen.“ Zu dieser Zeit, unmittelbar nach Hammurabi, ging eine große Völkerbewegung, die einige Jahrhunderte andauerte, durch Vorderasien. Sie brachte die arischen Einwanderer, die das Pferd besessen haben, nach Indien, äußerte sich in den ersten Vorstößen verwandter arischer Stämme nach Iran, brauste als Kossäersturm über die alten babylonischen Kulturländer, denen sie eine neue Bevölkerungsschicht brachte, die dem Lande in der Folgezeit auch eine neue Dynastie gab; ihre Ausläufer erstreckten sich bis nach Ägypten, wo unter dem Ansturm der einwandernden Hyksos

das sogenannte „mittlere Reich“ zusammenbrach, und im Zusammenhang mit ihr erscheint auch in Kleinasien und im ägäischen Kulturkreis eine neue Bevölkerung, wohl nur selten die alte verdrängend, häufiger bald in ihr aufgehend. Waren es auch nur in Indien und Iran nachweislich arische Stämme selbst, die das Pferd einführten, so ist doch auch dort ein Zusammenhang zwischen dieser Völkerwanderung und der Überlieferung des Pferdes anzunehmen, wo andere Stämme die ursprünglich (?) von den Ariern ausgegangene Bewegung weiterleiteten, wie z. B. in Ägypten. Jedenfalls sehen wir alle die Staatengebilde, die sich auf dem Boden Vorderasiens bildeten, nachdem die Wandervölker zur Ruhe gekommen waren, also von etwa 1700 an, im Besitz des Pferdes. Das gilt für das kossäische Babylonien sowohl wie für das junge Assyrien, das Reich von Mitanni am oberen Euphrat, das hethitische Reich in Kleinasien, die amoritischen Fürstentümer in Palästina und das ägyptische „neue Reich“. Und übereinstimmend in diesem ganzen Gebiet ist nicht nur die Verwendung — als Zugtier vor dem zweirädrigen Streitwagen —, sondern auch die Rasse. Für deren Beurteilung stehen uns vor allem die Denkmäler aus Ägypten und Vorderasien zur Verfügung. Bloß die hethitischen Darstellungen sind so plump, daß ein Schluß auf die Rasse nicht möglich wäre; die ägyptischen und assyrischen Skulpturen, um solche handelt es sich fast ausschließlich, lassen ihn dagegen ohne weiteres zu. Eines darf bei ihrer Betrachtung und Beurteilung allerdings nicht versäumt werden: eine eingehende Berücksichtigung des Stils nämlich. Läßt man diese Forderung außer acht, so kann man leicht zu dem ganz falschen Ergebnis kommen, daß das assyrische Pferd viel größer und namentlich viel schwerer gebaut gewesen sein müsse als das ägyptische. Letzteres erscheint als schlankes feingliedriges Tier, in Kopfbildung und Körperbau dem heutigen arabischen Pferd vollkommen entsprechend. Die Größe war gering, das geht aus einem erhaltenen Streitwagen hervor. — Die ältesten assyrischen Darstellungen sind um mehr als ein halbes Jahrtausend jünger als die ältesten ägyptischen. Sie zeigen ein Pferd, das auf den ersten Blick zwar ebenfalls ganz dem arabischen Typus der Gegenwart entspricht, bei genauerer Betrachtung aber schwerer gebaut erscheint. Das ist aber in erster Linie auf Rechnung des Stils zu setzen: man vergleiche nur Darstellungen anderer Tiere auf altägyptischen und assyrischen Denkmälern, etwa die prachtvollen Gazellen aus dem Sonnentempel von Abusir mit jenen aus dem Palast von Kujundschik, und man wird genau die gleichen Unterschiede feststellen können. Ja selbst für die Darstellung des Menschen gilt Ähnliches. Alle Lebewesen waren für den assyrischen Künstler in erster Linie „Muskelgebilde“ — womit aber keineswegs ein künstlerischer Tadel ausgesprochen sein soll. Zieht man also diese übertriebene Mächtigkeit ab, so erhält

man auch für Mesopotamien ein Pferd vom reinen arabischen Typus. Eine Rassengliederung des assyrischen Pferdes, wie sie *Hilzheimer*?) annimmt, kann ich nicht feststellen. Wohl aber muß bemerkt werden, daß das Pferd auf den jüngeren Darstellungen, z. B. Assurbanipals (668—626 v. Chr.) schwerer und mächtiger erscheint als auf den älteren, z. B. Assurnasirpals (884—860). Man könnte sich wohl denken, daß das edle Pferd dort bei guter Pflege auf den reichen Wiesen und Weiden allmählich zu größerer Mächtigkeit gezüchtet wurde. Ein einziges Denkmal ist mir bekannt, wo neben dem typischen assyrischen Pferd zweifellos eine andere Rasse dargestellt wird. Sie stammt aus Kujundschik und zeigt die Bekämpfung der Elamiten durch den oben erwähnten Assurbanipal. Hier finden wir als Pferd der Elamiten deutlich ein kleineres Tier, also einen Pony in unserem Sinne, dargestellt. Von den angeblichen Wildpferdjagden, ebenfalls aus Kujundschik, wird weiter unten in anderem Zusammenhang die Rede sein, da sie zweifellos kein echtes Pferd (Caballustypus) darstellen, sondern den vorderasiatischen Halbesel (Hemionus).

Im einzelnen noch nicht näher aufgeklärt, sicher aber eng, sind die Zusammenhänge zwischen den Kulturen Kleinasiens und jenen des minoischen Kulturkreises, mit dem wir uns dem Boden Europas zuwenden. Sind auch die altägäischen Träger dieser Kulturen für uns heute leider noch nicht in das Licht der Geschichte gerückt, so ist hier doch eine einigermaßen sichere Datierung der einzelnen Kulturschichten möglich und durchgeführt. Sie gestattet auch uns Schlüsse auf das Alter der ältesten Pferdedarstellungen. Solche finden sich auf einigen bekanntgewordenen Waffen, ferner auf dem bekannten Grabstein über dem fünften Schachtgrab von Mykenae. Als Alter finden wir für dieses Grab etwa das Jahr 1700 v. Chr. angenommen. Aus dieser Zeit stammt also die älteste bisher bekannte Darstellung des Hauspferdes auf europäischem Boden. Sie zeigt uns das Pferd ebenfalls vor dem zweirädrigen Streitwagen, wie auch die übrigen gleichzeitigen Darstellungen aus dieser Zeit auf Waffen und Schmuckstücken. Ein Schwert macht eine Ausnahme: es enthält eine Reihe frei hintereinander laufender Pferde. Wildpferde werden es aber nicht sein, weil die Mähnen hängend dargestellt sind. Kreta, das Zentrum der minoischen Kultur, bot für Pferde als bergige Insel offenbar weniger Verwendungsmöglichkeiten als das Festland. Über die Rasse dieser altgriechischen Hauspferde könnten wir nach den mykenischen Darstellungen allein nichts sagen, wenn nicht aus klassischer Zeit solche erhalten geblieben wären. Wir entnehmen aus diesen, die zum Teil — ich erinnere an den Parthenonfries — künstlerische Schönheit mit packender Lebendigkeit vereinigen, daß auch das griechische Hauspferd dem gleichen Typus angehört haben muß wie das ägyptisch-vorderasiatische, also sicher auch von der glei-

chen Wildform abstammte. Es bildet also, wie wir sehen, ursprünglich das ganze östliche Mittelmeerbecken ein einziges hippologisches Rassengebiet, dessen Pferd nach allem nur auf das Wildpferd der pontischen Steppen, den südrussischen „Tarpan“, zurückgehen kann. Wo immer indogermanische Völker der Urzeit auftreten, stets haben sie diese kleinen leistungsfähigen Tiere mitgebracht, das gilt für die Vorfahren der Hellenen so gut wie für jene der Italier, für die ältesten Kelten, wie für die Ugermanen oder die iranischen und indischen Arier. Daraus etwa zu schließen, daß die Domestikation gerade in jenen Gegenden vollzogen worden sei, die uns die letzten Tarpane bis in die jüngste Vergangenheit erhalten haben, also im heutigen Südrußland, und hieraus wieder einen Schluß folgern zu wollen auf die Heimat des indogermanischen „Urvolks“ in diesem Gebiet, wäre zwar verlockend, aber unzulässig, denn wir haben oben gesehen, daß dieser Wildpferdetypus im jüngsten Quartär viel weiter verbreitet war. Noch im Mittelalter scheint er im heutigen Preußen wild gelebt zu haben, und andererseits dürften, nach den Angaben *U. Duersts* zu schließen, die Wildpferde von Anau in Turkestan dem gleichen Typus angehört haben, den wir also von Mitteleuropa bis in die turanischen Steppen verfolgen können. In Mitteleuropa finden wir ihn domestiziert beiläufig mit Beginn der Bronzezeit. Das können wir mit voller Sicherheit behaupten, weil wir für dieses Gebiet nicht nur über mehr oder minder unbeholfene und stilisierte künstlerische Darstellungen, sondern auch über vollständige Schädel und andere Knochenreste verfügen, die eine einwandfreie Feststellung ermöglichen. Und an vielen Stellen unseres Erdteils hat er sich fast unverändert bis heute erhalten, so vor allem auf der Balkanhalbinsel, aber auch da und dort in Westeuropa, z. B. als „keltischer Pony“ in entlegenen Teilen Großbritanniens. Auch die „nordischen Ponies“, für die ich mit *Ewart* früher einen eigenen Ursprung angenommen habe, sind wohl nichts anderes. Ihre etwas breiteren Körperformen dürften sie nur der in Westeuropa vielfach vorgekommenen Einmischung kaltblütiger Typen verdanken; im Schädelbau stimmen sie mit den „Tarpänen“ vollständig überein. Viel weniger Sicheres als über die Domestizierung der letzteren können wir über jene des „kaltblütigen“ oder „okzidental“ Pferdes sagen. Wohl kann man ohne weiteres annehmen, daß sie zunächst in der Mitte oder im Westen Europas vorgenommen wurde, aber es fehlt leider an Belegen dafür, sowohl an sicher datierbaren osteologischen wie auch an Darstellungen durch den Menschen. Zwar habe ich vor Jahren Gelegenheit gehabt, Funde aus der Welser Ebene zu untersuchen, die u. a. auch ein augenscheinlich domestiziertes, sehr großes Pferd von rein kaltblütigem Typus enthielten und wahrscheinlich vorrömischen Alters sind; aber es fehlt die Möglichkeit einer sicheren

Datierung. Daß es nicht die Römer waren, die uns das schwere Pferd brachten, wie man vielfach angenommen hat, ist sicher; denn das sehr durchkreuzte römische Pferd sieht ganz anders aus — weiter unten wird von ihm eingehender die Rede sein —. Das westliche Europa, vor allem die spanische Halbinsel, vielleicht auch das gegenüberliegende afrikanische Festland, sind augenscheinlich das Domestikationszentrum eines sehr interessanten, offenbar mit dem europäischen Kaltblutpferd zusammenhängenden Pferdetypus, den man kurzweg als „Berberpferd“ bezeichnen kann. In den landläufigen hippologischen Werken wird diese Rasse gewöhnlich mit dem arabischen Pferd zusammengeworfen bzw. als weniger edle Form des orientalischen Pferdes bezeichnet. Tatsächlich hat es mit dem arabischen Pferd nichts gemein als die Heimat im mediterranen Wüstengebiet, zeigt sich vielmehr in allen Einzelheiten von ihm verschieden und erinnert durch seinen viel massiveren Körperbau, den kurzen, breiten Hals mit dem schweren, meist mehr oder minder „geramsten“ Kopf, die oft ziemlich steilen Schultern, die abschüssige Kruppe, den eingeklemmten Schwanz andererseits sehr an unsere schweren Pferde. Man könnte sich ohne weiteres vorstellen, daß primitive Kaltblüter, etwa gewisse norische oder jütländische Pferde, in den Lebensraum Nordafrikas versetzt, im Laufe weniger Generationen die gleichen Körperformen annehmen würden, ja annehmen müßten. Es ist nun vielleicht kein Zufall, daß wir gerade in Spanien unter den Wildpferddarstellungen am Ende des Paläolithikums kaltblütigen Typen am häufigsten begegnen. Die baskische Urbevölkerung Spaniens hatte auch, worauf *Hilzheimer* aufmerksam macht, ein vorindogermanisches Wort für das Pferd, woraus jedenfalls hervorgeht, daß ihr das Tier, wenn auch vielleicht nicht im domestizierten Zustand, vor Einwanderung der Indogermanen bekannt war. Noch in römischer Zeit wird von Wildpferden auf der iberischen Halbinsel berichtet, und es wäre sehr leicht möglich, daß es sich hier um Abkömmlinge jener spätquartären kaltblütigen Wildpferde handelt. Das Gleiche gilt von den wilden Pferden der Alpen, von denen gleichfalls römische Quellen berichten. Hier, in den Ostalpen, scheinen sich solche Wildpferde übrigens noch lange gehalten zu haben: ich erinnere an die oft zitierte Speisesegnung des St. Gallener Mönches Ekkehard IV. „sit caro dulcis equi feralis“. Daß diese equi feralis wirklich wilde und nicht etwa entlaufene und verwilderte Hauspferde waren, ist mit Sicherheit anzunehmen, denn 300 Jahre nach Bonifatius wird das Fleisch von Hauspferden kaum mehr auf die klösterliche Tafel gekommen sein, wohl aber kann man sich das ohne weiteres vorstellen von jenem echten, vom Hauspferd verschiedener Wildpferde, das sozusagen als Wildbret galt — analog wie noch heute die Beduinen der syrischen Wüste, die niemals von dem Fleisch zahmer

Pferde oder Esel essen würden, das des wilden Onagers ihrer Heimat als Leckerbissen betrachten sollen.

Wie anzunehmen ist, war das ursprüngliche italische Hauspferd von dem altgriechischen nicht verschieden und andererseits auch identisch mit dem mitteleuropäischen Tarpanschlag der Bronze- und frühen Eisenzeit. Als aber das römische Reich sich im Westen auch über Spanien und Nordafrika erstreckte, kamen von dort die Pferde vom Typus des heutigen Berbers, wie andererseits von Osten her eine fortwährende Einfuhr edlen vorderasiatischen Blutes erfolgte. Aus der Mischung beider Typen entstand das klassisch römische Pferd, wie es uns etwa das Reiterdenkmal Mark Aurels zeigt. Wer die sogenannten Lippizaner unserer spanischen Hofreitschule in Wien kennt, muß staunen über die Ähnlichkeit dieser Pferde mit dem Reitpferde des römischen Imperators. Diese spanisch-italienisch-orientalischen Paradeponies sind tatsächlich nichts anderes als die nahezu unveränderten Abkömmlinge der stolzen Hauspferdrasse des römischen Kaisertums.

Ein weiteres Eingehen auf die Geschichte der europäischen Pferderassen würde den Raum dieser Arbeit weit überschreiten und muß, wie manche Detailfragen, einer umfangreicheren Darstellung vorbehalten bleiben. Zusammenfassend sei also wiederholt, daß die älteste Domestikation des Hauspferdes wahrscheinlich vor 2000 v. Chr. in der asiatischen Steppe vorgenommen wurde. Waren Mongolen die ersten Pferdezüchter, so war das zuerst gezähmte Wildpferd das rezente *Equus ferus* Pall. (Syn. *E. przewalskii* Polj.) der Mongolei, auf welches sich weitaus die meisten mongolischen Pferde der Gegenwart zurückführen lassen. Arische Stämme vollzogen um 2000 v. Chr. die Zähmung des pontischen Wildpferdes (*Equus gmelini* Ant.), und die große arische Völkerwanderung um 1900—1800 v. Chr. brachte diesen Hauspferdtypus nach Vorder- und Südasien und Ägypten, wo sich aus ihm das heutige arabische Pferd, aber in der Folge auch andere Rassen, z. B. die kleinen Schläge der Sundainseln, die sicher von eingeführten vorderindischen Pferden abstammen, entwickelten. Ungefähr gleichzeitig erhielt auch die Mitte und der Westen unseres Erdteils dasselbe Pferd, um dann seinerseits die noch an verschiedenen Örtlichkeiten vorhandenen kaltblütigen Wildpferde der Herrschaft des Menschen zu unterwerfen. Aus diesen und ihren mehr oder minder durchkreuzten Nachkommen entstanden unsere modernen Kaltblüter sowohl wie das ursprüngliche Berberpferd Spaniens und Nordwestafrikas. Völkerwanderung, Herrschaft des Islam am Mittelmeer, Rittertum, schließlich die Entstehung des mischblütigen „englischen“ Pferdes seien als wichtigste Marksteine in der weiteren Geschichte des europäischen Pferdes nur mehr kurz erwähnt.

(Schluß folgt.)

Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber.

Von Oberingenieur Georg Schmidt, Berlin-Siemensstadt.

(Schluß.)

Bis zum Jahre 1867 bediente man sich ausschließlich des Sprechgalvanometers als telegraphischen Empfängers. Das Ablesen der Zeichen war sehr anstrengend, erforderte große Übung, und das Niederschreiben der Telegramme benötigte stets eine zweite Person.

Hauptsächlich dieser Umstand veranlaßte Thomson, unterstützt durch seine reichen Erfahrungen, im Jahre 1867 zu der Erfindung des Heberschreibers (Siphon-Recorder), eines für die Zwecke der Unterseetelegraphie außerordentlich geeigneten Apparates, der die ankommenden Zeichen sofort in eindeutiger Schrift wiedergibt. Erst durch die Anwendung dieser wahrhaft genialen Erfindung konnte die Unterseetelegraphie zu der Bedeutung gelangen, die sie heute für das gesamte Wirtschaftsleben unserer Erde gewonnen hat.

50 Jahre sind darüber hingegangen; der Heberschreiber aber ist geblieben, trotz zahlreicher Bemühungen, ihn durch andere Einrichtungen zu ersetzen. Thomson ging bei seiner Erfindung von der Erkenntnis aus, daß die Telegraphie auf langen Unterseekabeln nur mit Hilfe sehr schwacher Ströme bewirkt werden kann. Infolgedessen ist nur ein System verwendbar, das, wie das Sprechgalvanometer, eine hohe Empfindlichkeit gegen schwache Ströme besitzt. Er behielt deshalb das Galvanometerprinzip bei. Die Hauptschwierigkeit bestand nur darin, eine Schreibvorrichtung zu finden, die die Empfindlichkeit des Instrumentes nicht vermindert. Heute hat man in der Photographie ein Hilfsmittel, den angestrebten Zweck ohne Schwierigkeit zu erreichen; damals lagen die Dinge wesentlich ungünstiger. Thomson wählte als Schreiborgan ein heberförmig gebogenes Kapillarrohr, das mit dem schwingenden Teil des Galvanometers verbunden, einerseits in ein mit Farbflüssigkeit gefülltes Gefäß eintaucht, mit dem anderen Ende unmittelbar über einen vorwärtsbewegten Papierstreifen schwebt. Dadurch ließ sich eine vollkommen reibungslose Bewegung des Schreibröhrchens erzielen. Um die Schreibflüssigkeit mit dem Papier in Berührung zu bringen, benutzte Thomson Reibungselektrizität, die er einem als Influenzelektrisiemaschine ausgebildeten Elektromotor entnahm, der gleichzeitig zur Fortbewegung des Papierstreifens diente. Der Farbflüssigkeit wurde positive Elektrizität zugeführt, während negative Elektrizität über eine Messingplatte zu dem Papierstreifen unmittelbar unter der Öffnung des Schreibröhrchens geleitet wurde. Auf diese Weise gelang es, die Farbflüssigkeit in kleinen Tröpfchen auf das Papier sprühen zu lassen. Die Bewegung des Schreibröhrchens (Heber) zur Erzielung wellen-

förmiger Schriftzüge (Recordschrift) erfolgt durch die Ablenkung einer in einem sehr kräftigen magnetischen Feld aufgehängten rahmenförmigen Drehspule. Zur besseren Konzentration der magnetischen Kraftlinien ragt in den Hohlraum der Drehspule ein an dem Apparatgestell befestigter Eisenkern hinein.

Das magnetische Feld wurde anfänglich von einem kräftigen Elektromagneten gebildet. An Hand der schematischen Darstellung Fig. 9 ist der Grundgedanke der ganzen Anordnung leicht zu erkennen. Innerhalb der Pole $N S$ des Magneten ist die Drehspule an dem Faden f_1 aufgehängt; sie wird in ihrer Ruhelage durch die beiden Fäden f_4 f_5 gehalten. Der aus dem Kabel über den Kondensator ankommende Strom tritt durch die Zu-

den Heber nach hinten, ein positiver Strom dreht dagegen die Spule in der anderen Richtung; dadurch gibt der Faden f_2 nach, und die in dem Faden f_3 durch entsprechende Einstellung der Schraube S_3 hervorgerufene Torsion bewirkt ein Gleiten der Hebermündung nach vorn.

Während dieser Vorgänge wird der Papierstreifen durch den Elektromotor vorwärts bewegt und gleichzeitig durch die dabei erzeugte Reibungselektrizität das Aussprühen der Farbflüssigkeit auf das Papier bewirkt. Die hin- und hergehende Bewegung des Hebers erzeugt auf diese Weise auf dem Papierstreifen Wellenzüge, deren oberhalb der Nulllinie liegende Abweichung den Punkt, die unterhalb verlaufende den Strich des Morsealphabetes bedeutet (siehe Fig. 10).

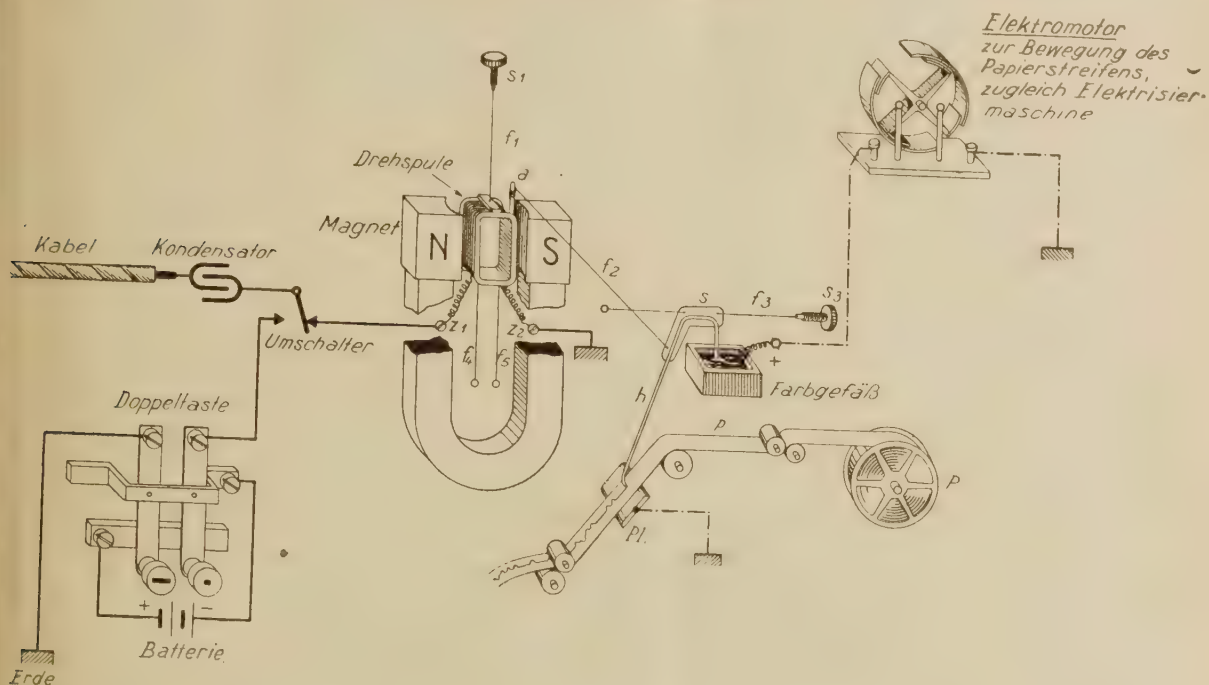


Fig. 9. Heberschreiber von Thomson (Grundgedanke).

leitung z_1 in die Drehspule und gelangt über z_2 zur Erde. Der Heber h ist an dem Aluminiumsattel s befestigt, der auf dem Faden f_3 angebracht ist. Der Heber taucht mit seinem oberen kurzen Ende in das Farbgefäß, während das untere Ende leicht über der Mitte des Papierstreifens p schwebt. Zwischen dem Sattel s und dem an der Drehspule befindlichen Stift a ist ein Faden f_2

Zum Geben der Zeichen dient, wie beim Sprechgalvanometer, eine Doppeltaste. Der Umschalter gestattet die abwechselnde Einschaltung des Heberschreibers oder der Doppeltaste, je nachdem empfangen oder gegeben werden soll. In Ruhe bleibt der Empfänger (Heberschreiber) eingeschaltet.

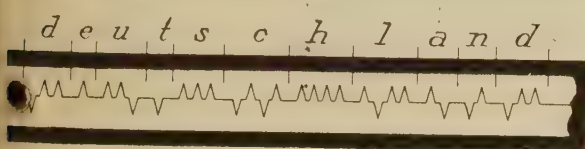


Fig. 10. Recordschrift in der Theorie.

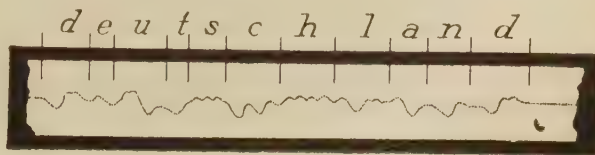


Fig. 11. Recordschrift in der Praxis.

gespannt, der zur Übertragung der Drehspulbewegung auf den Heber dient. Wird die Spule durch einen Minusstrom abgelenkt, so zieht der Faden f_2

Die von dem Heberschreiber erzeugten Schriftzüge entsprechen in Wirklichkeit aber nicht den in Fig. 10 dargestellten; sie werden vielmehr

durch die Kabelkapazität nicht unwesentlich verändert, wie Fig. 11 zeigt, die der Praxis entnommen ist. Häufig werden die Schriftzüge so ver-

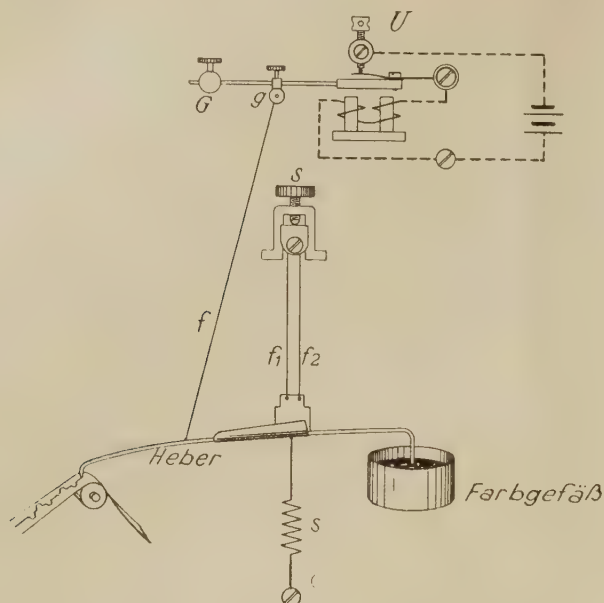


Fig. 12. Anordnung des Selbstunterbrechers zur Bewegung des Hebers.

flacht, daß sie nur noch von einem besonders geübten Beamten entziffert werden können. Die Elektrisierung der Farbflüssigkeit ist später wieder aufgegeben worden, da sie atmosphärischen Einflüssen stark unterworfen ist. Man bewirkt jetzt das tropfenförmige Austreten der Farbe durch schnelle Vibration des Hebers. Zu diesem Zwecke ist ein kleiner elektromagnetischer Stromunterbrecher (Wagnerscher Hammer) angeordnet, der den den Heber tragenden Faden in eine schnell auf- und abgehende Bewegung versetzt, die vollkommen genügt, die Farbe durch den Heber hindurchzutreiben (Fig. 12). Die Fig. 13 zeigt die neueste von Muirhead gebaute Form des Heberschreibers, die u. a. auch auf dem Kabel der Deutsch-Südamerikanischen Telegraphengesellschaft in Verwendung steht. Dieser Heberschreiber besitzt einen permanenten Stahlmagneten, der noch mit einer besonderen Drahtwicklung versehen ist, mit deren Hilfe das magnetische Feld nach Bedarf verstärkt werden kann. Die Fortbewegung des Papierstreifens geschieht wie früher durch einen kleinen Elektromotor, für dessen Betrieb einige Elemente genügen.

Die Deutlichkeit der ankommenden Schriftzüge hängt einmal von der exakten Stromgebung, hauptsächlich aber von der Kapazität des Kabels

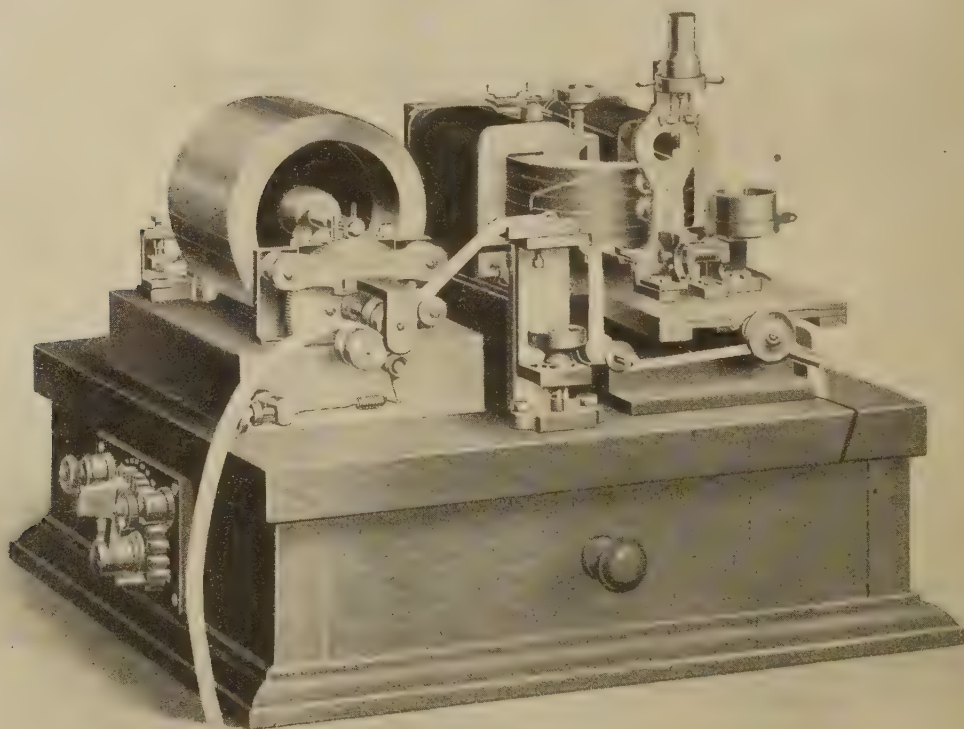


Fig. 13. Neueste Ausführung des Heberschreibers nach Muirhead.

ab. Man betreibt deshalb auf den langen Kabeln den Heberschreiber nicht mehr direkt, sondern lokal mit Hilfe besonderer Empfangsrelais oder Verstärkungsapparate.

Ein von den Engländern *Taylor, Brown* und *Dearlove* konstruiertes Relais beruht im wesentlichen auf der Verminderung der Tangentialreibung durch Rotation. Die Anordnung dieses Relais ist aus der schematischen Darstellung Fig. 14 leicht ersichtlich. Die aus drei voneinander durch Glimmerplättchen isolierten Silberscheiben s_2 , s_1 und s_3 bestehende Trommel wird durch einen Elektromotor in langsame Umdrehung versetzt. Auf der feinpolierten Oberfläche der Trommel schleift mit sehr geringem Druck eine Iridiumspitze, die an einen durch ein dünnes Glasröhrchen geführten und hierdurch versteiften Bronzedraht angelötet ist. Das Glasröhrchen ist an dem Halter h befestigt, der sich an dem senkrechten Faden f befindet. Zwei weitere Fäden f_1 und f_2 verbinden den Halter h und

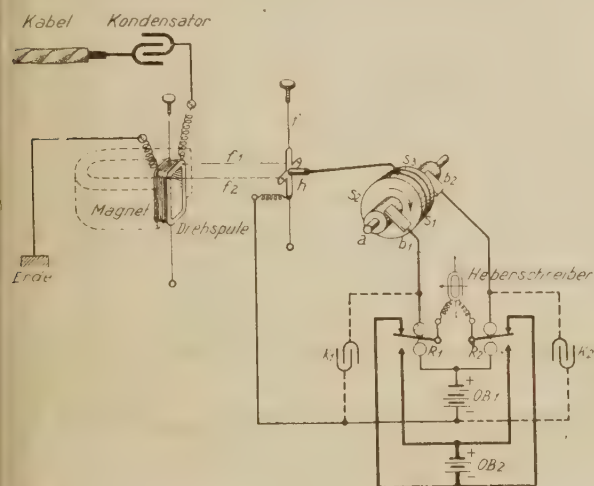


Fig. 14. Trommelrelais in Verbindung mit Heberschreiber.

damit auch den Bronzedraht mit der Drehspule, die, wie bei dem Heberschreiber, zwischen den Polen eines kräftigen Magneten angeordnet ist. Die Drehspule steht einmal über dem Kondensator mit dem Kabel, andererseits mit der Erde in Verbindung. In Ruhe liegt der Bronzedraht mit seiner Iridiumspitze auf der mittleren isolierten Silberscheibe s_1 . Die beiden äußeren Scheiben s_2 und s_3 entsprechen den zwei Kontakten eines polarisierten Relais; sie sind mittels der Schleifbürsten b_1 und b_2 mit den Hilfsrelais R_1 und R_2 in Verbindung gebracht, während der Bronzedraht über den Halter h an die Ortsbatterie OB_1 angeschlossen ist, deren anderer Pol zu den Relais R_1 , R_2 führt. Zur Vermeidung von Funkenbildung an der Relaisstrommel sind die zwei Kondensatoren k_1 und k_2 zur Batterie OB_1 und den beiden Relais R_1 und R_2 parallel geschaltet. Der Heberschreiber liegt in dem Ortsstromkreis, der durch die Hilfsrelais R_1 und R_2 unter Verwendung der Batterie OB_2 ge-

schlossen wird. Wird die Drehspule durch den ankommenden Strom in dem einen oder anderen Sinne abgelenkt, so gleitet die Iridiumspitze des Bronzedrahtes auf die eine oder andere Scheibe der rotierenden Trommel, dadurch entweder das Relais R_1 oder R_2 beeinflussend, wodurch der Heberschreiber in dem gewünschten Sinne durch die Batterie OB_2 betätigt wird. Die „Deutsch-Südamerikanische Telegraphengesellschaft“ verwendet derartige Relais in ihrer Übertragungsstation in Santa Cruz auf Teneriffa.

Einige Telegraphengesellschaften benutzen zur Erhöhung der Sprechgeschwindigkeit den Hitzdraht-Vergrößerungsapparat von *Heurtley*, dessen Grundgedanke in der Fig. 15 wiedergegeben ist. Die mit dem Kabel bzw. der Erde in Verbindung stehende, in einem kräftigen magnetischen Felde wie bei dem Heberschreiber angeordnete Drehspule überträgt ihre Bewegung durch die Fäden f_1 und f_2 auf den Halter s , der, an dem Faden f angebracht, den Stab a trägt, an dessen unterem Ende der sehr feine Platindraht d_1 , d_2 in der Mitte befestigt ist. Der Platindraht (Wollastondraht, von dem die Silberhülle abgeätzt ist)

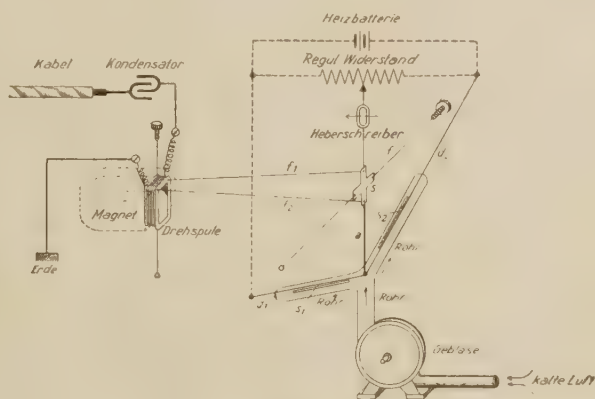


Fig. 15. Hitzdrahtvergrößerungsapparat nach Heurtley.

schwebt in Ruhe so über den beiden mit je einem Längsschlitz versehenen Schenkeln eines Gabelrohres, daß die beiden Drahthälften nicht in dem Bereich der Schlitzes s_1 und s_2 liegen. In das Rohr wird mit Hilfe eines Gebläses kalte Luft geblasen, die durch die beiden Schlitzes entweicht. Die beiden Hälften des Platindrathes werden als Hitzdrähte benutzt. Sie bilden mit den zwei Zweigen des Regulierwiderstandes eine Wheatstonesche Brücke und werden durch einen Gleichstrom ziemlich hoch erhitzt. Zwischen den beiden anderen Eckpunkten der Brücke liegt der Empfangsheberschreiber. Bewegt die Drehspule des Vergrößerungsapparates den Hitzdraht nach der einen oder anderen Seite, so stellt sich, je nach der Richtung des ankommenden Telegraphiestromes, der Hitzdraht d_1 oder d_2 über einen der beiden Schlitzes s_1 oder s_2 und kommt so in den Bereich der ausströmenden kalten Luft; durch die Abkühlung des Hitzdrahtes wird sein Widerstand verändert und damit das Gleichgewicht der

Brücke gestört. Die Folge davon ist eine vergrößerte Wiedergabe des Zeichens auf dem Empfangsapparat.

Ein weiteres Mittel, die Sprechgeschwindigkeit zu erhöhen, besteht in der Zerlegung der Leitung in einzelne Teilstrecken und deren Verbindung durch selbsttätige Übertragungsvorrichtungen, ein Verfahren, das auf langen Landlinien häufig mit Vorteil benutzt wird, bei Seekabeln aber nur dann möglich ist, wenn auf der Kabelroute ein geeigneter Ort zur Aufstellung der Übertragungseinrichtung, die einer ständigen Wartung bedarf, zur Verfügung steht. Dies ist aber selten zu erreichen. Der „Deutsch-Amerikanischen Telegraphengesellschaft“ bot sich in Santa Cruz auf Teneriffa hierzu Gelegenheit.

Die ausführliche Beschreibung einer derartigen Übertragungseinrichtung würde hier zu viel Raum beanspruchen; deshalb sei nur kurz der Grundgedanke an Hand der schematischen Darstellung Fig. 16 erläutert. Die von *A* kom-

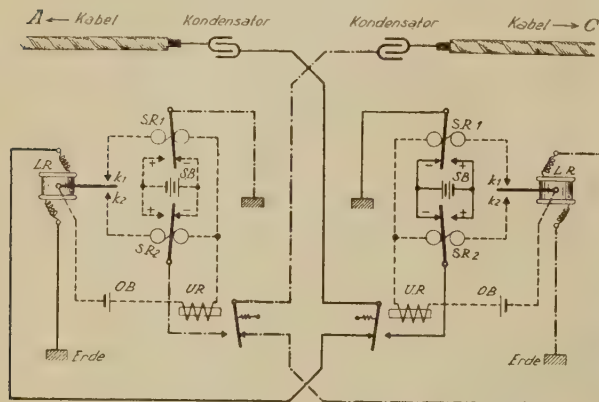


Fig. 16. Relais-Übertragung (Grundgedanke).

menden Telegramme müssen ohne Zeitverlust nach *C* übertragen werden, ebenso die von *C* nach *A* bestimmten. Dazu sind zwei Relaisanordnungen erforderlich. Die von *A* eintreffenden Telegraphierstromimpulse laufen über den Ruhekontakt des rechten Umschalterelais *UR* zum linken Linienrelais *LR* und von da zur Erde. Das hochempfindliche Linienrelais, dessen Beschreibung schon vorangegangen ist, schließt je nach der Stromrichtung einen der beiden Kontakte k_1 , k_2 und damit den Ortsstromkreis über Batterie *OB*, linkes Umschalterelais *UR* und eines der beiden linken polarisierten Senderrelais *SR₁* oder *SR₂*. Das neutrale Umschalterelais *UR* zieht seinen Anker an, schaltet dadurch die rechte Relaisanordnung aus und legt dafür das nach *C* führende Kabel an die Zunge des linken Senderrelais *SR₂*. Ist der von *A* kommende Stromimpuls positiv gerichtet, so wird die Zunge des Senderrelais *SR₂* an den positiven Kontakt der Sendebatterie *SB* gelegt und so aus dieser ein positiver Stromstoß über das linke Umschalterelais

UR durch das Kabel *C* gesandt, während die Zunge des Senderrelais *SR₁* in Ruhe bleibt und damit den negativen Pol der Sendebatterie *SB* an Erde legt. Bei einem aus *A* eintreffenden negativen Stromstoß bleibt die Zunge in *SR₁*, der gezeichneten Stellung liegen, während das Senderrelais *SR₁* betätigt wird. Die Folge davon ist die Weitergabe eines negativen Stromimpulses nach *C*. Der gleiche Vorgang spielt sich ab, wenn von *C* nach *A* übertragen wird, nur daß dann die rechte Relaisanordnung in Funktion tritt, während die linke schweigt, was durch die Betätigung des rechten Umschalterelais *UR* bewirkt wird.

Die vorgeschriebenen Einrichtungen dienen dazu, die ankommenden Zeichen möglichst zu vergrößern, was aber nur dann Zweck hat, wenn die Zeichen korrekt gegeben werden. Dies läßt sich von Hand nicht immer erreichen, jedenfalls gehört eine ausgezeichnete Übung dazu. Da jedoch das Telegraphieren mit der Doppeltaste ziemlich anstrengend ist, so tritt bald Ermüdung ein, und die Folge ist entweder ein Nachlassen der Telegraphiergeschwindigkeit oder das Undeutlichwerden der Zeichen. Um von der Geschicklichkeit der Bedienung vollkommen unabhängig zu sein und die Abgabe der Telegramme zu beschleunigen, verwendet man in neuerer Zeit selbsttätige Sendeapparate, die durch ein Uhrwerk oder einen kleinen Elektromotor angetrieben werden. Zu diesem Zweck werden mittels eines Tastenwerkes

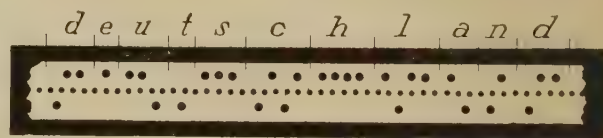


Fig. 17. Lochstreifen für selbsttätiges Senden.

die Telegraphierzeichen in Form von Löchern in einen Papierstreifen eingestanz (siehe Fig. 17). Die Mittelreihe dient für die Fortbewegung des Streifens im Sender. Die Löcher der unteren Reihe bringen die Striche, die Löcher der oberen Reihe die Punkte des Morsealphabetes hervor, wenn der Streifen eine Kontaktvorrichtung im Sender passiert. Die Vorrichtung besteht aus zwei Hebeln: der eine ist für die untere, der andere für die obere Lochreihe bestimmt. Sobald der Hebel in ein Loch der unteren Reihe einfällt, wird ein positiver Stromstoß in das Kabel gesandt. Das Einfallen des Hebels in ein Loch der oberen Reihe bewirkt die Abgabe eines negativen Stromstoßes. Um das schnelle Entladen des Kabels nach jedem Stromstoß zu ermöglichen, wodurch die Zeichengebung noch mehr beschleunigt und das Zeichen deutlicher wird, hat *Muirhead* seinem Sender noch eine Einrichtung (Curb Transmitter) beigefügt, die nach jeder Stromabgabe einen kurzen, schwachen Stromstoß, aber in der Richtung dem vorangegangenen Zei-

chenstrom entgegengesetzt verlaufend, in das Kabel sendet. Brachte es früher ein geschickter Handtelegraphist fertig, in der Stunde etwa 60 bis 70 Telegramme abzusenden, so ist es jetzt mit Hilfe des selbsttätigen Senders möglich geworden, die Zahl der in einer Richtung in der Stunde abzugebenden Telegramme auf 125 zu erhöhen.

Die außerordentlich hohen Anlage- und Unterhaltungskosten einer Unterseetelegraphenlinie fordern gebieterisch die höchstmögliche Ausnutzung, um die Anlage wirtschaftlich zu gestalten. Da die Sprechgeschwindigkeit in den elektrischen Eigenschaften eines Kabels ihre Grenze findet, hat man mit Erfolg eine Methode zur Anwendung gebracht, die die gleichzeitige gegenseitige Vermittlung zweier Telegramme auf ein und demselben Drahte gestattet. Man nennt dieses Verfahren, das ursprünglich im Jahre 1853 von dem österreichischen Telegraphendirektor Dr. Gintl angegeben, im folgenden Jahre aber von Werner Siemens wesentlich verbessert wurde, das „Duplex- oder Gegensprechverfahren“. Die genannten Erfinder wandten hierfür die „Differentialschaltung“ an, während Maron in Berlin 1863

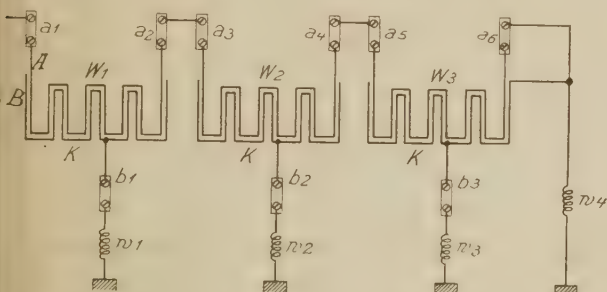


Fig. 18. Schematische Darstellung des künstlichen Kabels nach Muirhead.

die „Brückenschaltung“ wählte, die bei der Unterseetelegraphie zur Anwendung gekommen ist.

Der Grundgedanke des Verfahrens besteht darin, den vom eigenen Amte ausgehenden Telegraphierstrom zu teilen und beide gleich starken Teilströme so um den eigenen Empfangsapparat herumzuleiten, daß dieser davon nicht beeinflusst wird. Um die Teilung des abgehenden Stromes zu erreichen, wird auf jedem Amte ein sogenanntes „künstliches Kabel“ zur Anwendung gebracht, das die gleichen elektrischen Eigenschaften aufweist wie das eigentliche Kabel. Man benutzt also beim Geben zwei Stromwege von ganz gleicher Beschaffenheit. Für den ankommenden Strom ist jedoch eine Gleichheit beider Stromwege nicht vorhanden, denn in dem einen erhöht sich die Stromstärke so weit, daß sie genügt, den Empfänger zu betätigen. Der gleiche Vorgang spielt sich natürlich auch ab beim eigentlichen Gegensprechen, wenn beide Ämter gleichzeitig geben. Damit das künstliche Kabel in seinen elektrischen Eigenschaften dem wirklichen vollkommen gleicht, muß es den gleichen Leitungswiderstand,

dieselbe Selbstinduktion, Kapazität und Ableitung wie dieses besitzen. Fig. 18 zeigt die Anordnung des von Muirhead angegebenen künstlichen Kabels. $W_1—W_3$ sind Staniolstreifen, die, durch die Klemmen $a_2—a_5$ miteinander in Verbindung gebracht, den erforderlichen Leitungswiderstand besitzen. $K K$ sind gleich lange Staniolstreifen, die durch eine dünne isolierende Schicht von den ersteren getrennt, zur Erzielung der nötigen Kapazität dienen. Sie sind in einzelne Gruppen zerlegt. Die Widerstände $W_1—W_4$ stellen die dem wirklichen Kabel innewohnende Ableitung zur Erde dar. Alle Werte sind variabel, um den Änderungen im elektrischen Zustande des wirklichen Kabels angepaßt zu werden.

Die Fig. 19 stellt eine Gegensprechschaltung dar, wie sie nach Muirheads Angaben von der „Commercial Cable Company“ auf ihren atlantischen Kabellinien verwendet wird.

Die Doppeltaste liegt einerseits an Erde, andererseits an der Kurbel eines Regulierwider-

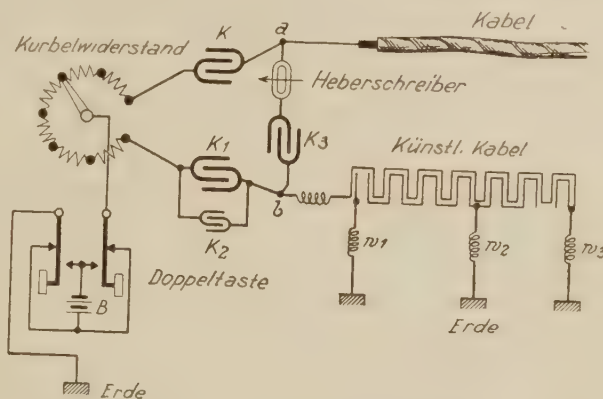


Fig. 19. Gegensprechschaltung nach Muirhead, auf den Kabellinien der Commercial Cable Co. in Gebrauch.

standes, dessen eines Ende über den Kondensator K mit dem Kabel und dessen anderes Ende über den Kondensator K_1 an dem künstlichen Kabel liegt. Parallel zu K_1 liegt noch ein regulierbarer Kondensator K_2 . In die Brücke zwischen Kabel und künstlichem Kabel ist der Heberschreiber gelegt unter Vorschaltung des Kondensators K_3 . Sobald das Amt gibt, teilt sich in den Kurbelwiderstand der abgehende Strom und fließt in gleicher Stärke sowohl in das Kabel als auch in das künstliche Kabel; der Heberschreiber wird von diesem Strom nicht berührt, da zwischen den Punkten a und b kein Spannungsunterschied herrscht. Der vom fernen Amt kommende Strom teilt sich dagegen bei a , so daß ein Teil über K , Kurbelwiderstand und Doppeltaste zur Erde fließt, während der andere noch genügend starke Teilstrom über den Heberschreiber, K_3 , Punkt b , K_1 bzw. K_2 , Kurbelwiderstand, Doppeltaste zur Erde gelangt. Geben beide Ämter gleichzeitig dasselbe Zeichen, Punkt oder Strich, dann wird jeder der beiden Batterien entweder ein negativer oder positiver Stromimpuls entnommen. Diese können

aber nicht in die Leitung gelangen, da sie sich entgegenlaufen, das Kabel wird also in diesem Falle vollkommen stromlos. Dagegen findet der ausgehende Strom einen Weg über K , Punkt a , den eigenen Empfänger, K_3 und das künstliche Kabel. Jedes Amt betätigt sich in diesem Fall also selbst. Anders verhält es sich, wenn das eine Amt einen Strich und das andere Amt einen Punkt gibt. Dann entsendet das erstere einen positiven, das zweite einen negativen Stromimpuls. Beide Batterien sind dabei hintereinander geschaltet. Jetzt kommt folgender Stromweg zustande: Erde, Minuspol der Batterie, von deren Pluspol über Doppeltaste, Kurbelwiderstand, K_1 , K_2 , Punkt b , K_3 , eigener Empfänger, durch das Kabel zum fernen Amt, dort über Punkt a , Heberschreiber, K_3 , K_2 , K_1 , Kurbelwiderstand, links gedrückte Taste, Minuspol der Batterie, über Pluspol an Erde und durch diese zurück. Auf jedem Amte fließt noch ein Teilstrom über K und den Kurbelwiderstand, ohne daß dadurch der Empfangsheberschreiber außer Tätigkeit gebracht wird.

Die von der Deutschen Reichstelegraphenverwaltung auf ihrer Station in Emden angewandte Gegensprechschaltung unterscheidet sich von der in der Fig. 19 dargestellten nur insofern, als die Brücke, die den Heberschreiber enthält, keinen Kondensator besitzt; dafür ist dem Heberschreiber eine Drosselspule vor und eine parallel geschaltet. Außerdem liegt an dem Ende des künstlichen Kabels ein zweiter Heberschreiber, der die abgehenden Telegramme zur Kontrolle mit aufschreibt.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 5. November d. J. hielt Graf Zedlitz und Trützschler einen Vortrag über die Biologie von *Corvus corax* L. Graf Zedlitz, der im feldgrauen Rock an der Ostfront den Kolkkraben eingehend beobachten konnte, traf die ersten Vertreter dieses größten Rabenvogels östlich der Weichsel an. Das Gebiet, wo der Rabe häufig ist, beginnt jedoch erst im Walde von Bialowies und erstreckt sich über den oberen Njemen, das Sumpfgebiet der Schara und des Polesie. Hier nistet er sowohl in den großen Waldungen, wie in kleinen Feldgehölzen. Im Winter streift der Rabe in der Nähe der Ortschaften umher, um hier Nahrung, die vorzugsweise aus Abfällen besteht, zu suchen, kehrt aber zur Nachtruhe stets in den Wald zurück. Seine prachtvollen Flugspiele, die den Kolkkraben in die Reihe der allerersten Flugkünstler stellen, übt er nicht nur in der Balz, sondern zu jeder Jahreszeit gern und häufig aus. Der Rabe lebt in Dauerehe. Das Paar hält während des ganzen Jahres treu zusammen. Die Jungen, die langsam heranwachsen und erst mit 7 Wochen flugfähig werden, folgen bis in den Spätherbst ihren Eltern; dann fristen sie selbständig ihr Leben, wobei die Geschwister derselben Brut bis zum Beginn der Fortpflanzungszeit noch zusammenhalten.

Man trifft daher den Kolkkraben immer nur paarweise oder in kleinen Trupps von nur wenigen Stücken an, aber niemals in großen Scharen, wie die Krähen.

Eine geradezu erstaunliche Sinnesschärfe zeigen die Raben beim Auffinden der Nahrung. Der im Walde versteckt liegende Aufbruch eines Wildes wird von ihnen in kürzester Frist mit Sicherheit wahrgenommen. Verdächtige und unverdächtige Personen wissen die Kolkkraben scharf zu unterscheiden. So scheu und vorsichtig sie ersteren ausweichen, so zutraulich, ja geradezu frech werden sie letzteren gegenüber. Den Grafen Zedlitz, der die Raben in der Umgebung seines Quartiers schonnte, lernten sie bald kennen, begleiteten ihn auf seinen Jagdausflügen und stahlen manch erlegten Vogel vor seinen Augen fort. Ebenso verbanden sie sehr bald mit dem Knall des Gewehrs die Aussicht auf Beute, so daß ein abgegebener Schuß sie stets herbeilockte.

Bei aller Vertrautheit bewahrt sich der Rabe aber stets seine Vorsicht. So berührte er niemals den Köder der zum Raubzeugfang aufgestellten Eisen, während der Eichelheher sich oft darin fing.

Seine sehr interessanten und für die Biologie des Kolkkraben so wertvollen Ausführungen schloß der Vortragende mit dem Hinweis, daß *Corvus corax* keineswegs als schädlicher Vogel betrachtet werden darf, da er im Sommer im Walde lebt, wo er keinen nennenswerten Schaden anrichten kann, im Winter sich hauptsächlich von Aas und Abfall nährt und nur gelegentlich sich an lebendem Wilde, wie Fasanen und Hasen, vergreift, von denen hauptsächlich auch nur kranke Stücke ihm zur Beute fallen. —

Im Anschluß an den Vortrag des Grafen Zedlitz teilte Dr. Heinroth mit, daß seine gefangenen, jung aufgezogenen Raben, obwohl sie niemals schlechte Erfahrungen gemacht haben, ebenfalls eine große Vorsicht vor fremden Gegenständen äußern, die mitunter geradezu in Furcht ausartet, so daß das Mißtrauen, das der Kolkkrabe in der Freiheit zeigt, wohl mehr eine instinktive, angeborene Eigenschaft als eine besondere Intelligenzleistung zu sein scheine. —

Herr Steinmetz sprach hierauf über das Vogelschutzgebiet auf Langeoog des deutschen Bundes für Vogelschutz. Trotz der Aufsicht durch einen Wärter ist die dortige Silbermövenkolonie infolge der Eierräuberei der Insulaner so schwer geschädigt worden, daß ihr Untergang zu befürchten ist. Das verständnislose Treiben der Bewohner ist um so bedauerlicher, als dadurch eine rationelle Nutzung der Möven Eier, wie sie zur Unterstützung unserer Volksernährung vom deutschen Bunde für Vogelschutz in die Wege geleitet war, völlig in Frage gestellt wird, und andererseits wieder ein Naturdenkmal der Vernichtung anheimfällt. Der Bund für Vogelschutz beabsichtigt, energische Gegenmaßnahmen zu ergreifen und die Regierung um ihre Unterstützung zu bitten. —

Professor Schalow legte ein sehr seltenes ornithologisches Werk von Johann August Donnerdorff aus dem Jahre 1794 vor, das er vor kurzem für seine Bibliothek erwerben konnte. Dasselbe führt den Titel „Ornithologische Beiträge zur XIII. Ausgabe des Linnäschen Natursystems“ und enthält wertvolle Beiträge für das Prioritätsgesetz der Systematik.

F. von Lucanus, Berlin.

7213 0

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

18. Januar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Gewinnung von Sprit aus Sulfitablauge.
Von Dr. Erik Hägglund, Essen. S. 25.

Die wahre Natur der Rußtaupilze. Von Prof. Dr.
F. W. Neger, Tharandt. S. 30.

Die Abstammung des Hauspferdes und des Haus-
esels. Von Dr. Otto Antonius, Wien. (Schluß)
S. 32.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Die Institute und Unternehmungen der Kaiser-
Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissen-
schaften. Die kürzeste Wellenlänge. Die
Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum (Die
Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathoden-
strahlen). Die selbsthärtende Siederöhre, das
Tiefentherapierrohr. S. 34–36.



Das
strahlend weiße Licht

OSRAM- AZO

Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:

OSRAM-AZOLA

Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Auer-Gesellschaft, Berlin O. 17.

Die Naturwissenschaften

Berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt-Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Bodenbildung und Bodeneinteilung

(System der Böden)

Von

Dr. E. Ramann

o. ö. Professor an der Universität in München

Preis M. 4.60

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1918

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXIX. Jahrgang

In zwei Bänden

I. und II. Teil in Halbleinwand gebunden Preis M. 5.40

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Halbleinwand gebunden Preis Mark 6.

Soeben erschien:

P-H-Tabellen

enthaltend ausgerechnet die Wasserstoffexponentenwerke, die sich aus gemessenen Millivoltzahlen bei bestimmten Temperaturen ergeben. Gültig für die gesättigte Kalomel-Elektrode

Von

Dr. Arvo Ylppö

Preis gebunden M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

18. Januar 1918.

Heft 3.

Über die Gewinnung von Sprit aus Sulfitablauge.

Von Dr. Erik Hägglund, Essen.

Sulfitablauge ist, wie bekannt, ein Abfallprodukt der Zellulosefabrikation nach dem Sulfitverfahren. Dabei wird Holz, vorzugsweise Fichtenholz, bei einer Temperatur bis zu etwa 140° mit einer Lösung von Calciumsulfit in schwefliger Säure behandelt. Nach der Kochung bleibt die Zellulose des Holzes zurück, während die sogenannten inkrustierenden Bestandteile in Lösung gehen. Diese Lauge nennt man Sulfitablauge.

Zum richtigen Verständnis des Sulfitzellstoffprozesses ist es notwendig, die Zusammensetzung des Fichtenholzes zu kennen, die durch die bahnbrechenden Arbeiten von *Klason*¹⁾ aufgeklärt worden ist. Auf aschefreie Substanz berechnet, enthält Fichtenholz:

Zellulose	etwa 50 %
Andere Kohlenhydrate	„ 16 %
Lignin	„ 30 %
Protein	„ 0,7 %
Harz und Fett	„ 3,3 %
	100 %

Den mit „andere Kohlenhydrate“ bezeichneten Produkten hat *Klason* den Namen Lignosane gegeben. Sie sind deshalb von großem Interesse, weil sie den Ursprung der in der Sulfitablauge vorhandenen Kohlenhydrate bilden, und infolgedessen das Ausgangsmaterial für den Sulfitspirit ausmachen.

Die ersten eingehenden Untersuchungen über die Lignosane wurden von *Tollens* und *Lindsey*²⁾ und von *Krause*³⁾ ausgeführt. Letzterer hat im wesentlichen Pentosen, Mannose, Fruktose und kleine Mengen Galaktose nachgewiesen, dagegen keine Glukose. Der Verfasser hat gefunden, daß die Lignosane im wesentlichen aus Pentosen, Mannose und kleinen Mengen Galaktose und Fruktose bestehen⁴⁾. Glukose konnte nicht nachgewiesen werden. In letzter Zeit hat *Klason*⁵⁾ seine früheren Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzgummis fortgesetzt. Er geht wie *Krause* und der Verfasser von der Sulfitablauge aus und es ist ihm gelungen, die Lignin-substanzen von den Kohlenhydraten vollständig zu

trennen, wodurch es möglich war, eine genauere Bestimmung der Lignosane zu bekommen. Er gibt die Zusammensetzung wie folgt an:

	% des Holzgewichtes	% der Lignosane
Glukose	7,9	49,4
Mannose	2,5	15,6
Galaktose	1,3	8,1
Arabinose	4,3	26,9
	16,0	100,0

Diese Zuckerarten sind nicht als solche im Holze vorhanden, sonst würde man ja schon durch Extraktion mit Wasser erheblich mehr, als in Wirklichkeit der Fall ist, herauslösen können. Es wird vielfach angenommen, daß die Lignosane glukosidartig an Lignin gebunden sind. Andererseits glaubt man, die Zuckerarten seien im Holze als Polysaccharide vorhanden. Es ist wahrscheinlich, daß ein Teil der Lignosane chemisch gebunden ist, denn durch wiederholte Behandlung mit siedendem Wasser und Alkohol war es nicht möglich, mehr als etwa 10 % des Holzgewichtes an Lignosanen herauszulösen, während, wie bereits angegeben wurde, das Holz etwa 16 % davon enthält.

Wird das Holz unter Druck mit verdünnter Säure behandelt, so gehen die Lignosane zuerst in Lösung. Gleichzeitig löst sich ein Teil der Zellulose. Bei Calciumbisulfitlösungen ist es dagegen möglich, die Zellulose unverändert zu lassen, während die Lignosane in Lösung gehen. Ein Teil der Kohlenhydrate bleibt als Polysaccharide in der Lauge. Sie reduzieren Fehling-Lösung nicht oder nur sehr wenig. Die Vergärbarkeit derselben ist sehr gering. Eine notwendige Bedingung für einen hohen Gehalt an vergärbarem Zucker in der Abblauge ist also, die Zellstoffkochung so zu leiten, daß die Lignosane ausgelöst und hydrolisiert werden, ohne daß dabei die Qualität der Zellulose verschlechtert wird. Man muß ferner darauf achten, daß die in Lösung gegangenen Zuckerarten durch einen nicht zu hohen Gehalt der Kochlauge an schwefliger Säure zu stark abgebaut werden. Der Verfasser hat aus einer Reihe von Versuchen in *Bergvik* die Bedingungen für einen guten Gehalt der Ablauge an vergärbarem Zucker festgestellt, unter gleichzeitiger Gewinnung eines starken Zellstoffes in höchster Ausbeute. Über diese Versuche hat der Verfasser in der Monographie „Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol“ berichtet. Es heißt dort S. 11 ff:

„Aus diesen Versuchen wurden dann alle diejenigen zusammengestellt, bei welchen alle Bedingungen, außer einer einzigen, nämlich der

¹⁾ Vgl. die Monographie von *Klason*: Beiträge zur Kenntnis der chem. Zusammensetzung des Fichtenholzes. Berlin 1911.

²⁾ Liebigs Annalen 267, 341 (1891).

³⁾ Chem. Ind. 29, 217 (1906).

⁴⁾ Biochem. Zeitschr. 70, 416 (1915).

⁵⁾ Festschrift Dr. *Kempe*, S. 217. Stockholm 1917.

Konzentration der freien SO_2 , ähnlich waren. Da in der Praxis im allgemeinen die Temperatursteigerung des Kochers eine fast konstante ist, so richtet sich das Hauptaugenmerk auf den Einfluß der Kochlauge auf die Zuckerbildung.

Bei diesen Versuchen war die Konzentration der gebundenen schwefligen Säure 1,15 %, während die freie schweflige Säure 3,00 bis 2,40 % betrug. Das Maximum der Temperatur der Kochung war 135° und die Erhitzung der Kocher wurde so geführt, daß die Temperatur der Kocher nach 4 bis 5 Stunden 100 bis 105° war. Der Anstieg und der Verlauf der Temperatur während der Kochung ist aus der Kurvenzeichnung Fig. 1 deutlich zu erkennen.

Ich habe in Fig. 1 graphisch den Verlauf der Zuckerbildung unter vier verschiedenen Bedingungen dargestellt. Dabei wurden sowohl Kurven für den durch Reduktion bestimmten Zucker, wie solche des gärfähigen Zuckers eingezeichnet.

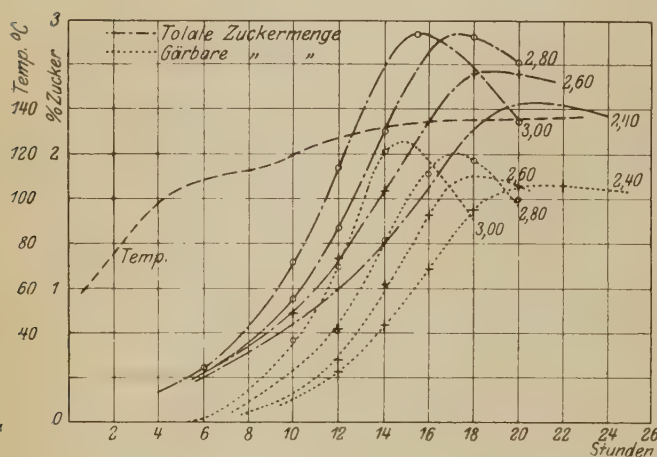


Fig. 1.

Jede von diesen ist aus den Ergebnissen einer größeren Anzahl von Untersuchungen, welche in der Tat nur wenig voneinander abwichen, durch Interpolation bestimmt worden.

Bei Betrachtung dieser Kurven sieht man nun, daß mit steigender Konzentration der freien SO_2 die Auflösung des Zuckers beschleunigt wird. Bei einer Laugenzusammensetzung von 1,15 % gebundener SO_2 und 3,00 % freier SO_2 wird das Maximum der Zuckerbildung bei einer Kochzeit von 15 Stunden erreicht, während man die Höchstausbeute an Zucker bei einer Lauge mit 1,15 % von gebundener SO_2 und 2,40 % freier SO_2 erst nach einer Kochzeit von 18 bis 20 Stunden erreichen kann¹⁾.

Hierbei ist aber noch etwas anderes zu bemerken: Je höher die Konzentration der freien SO_2 ist, desto eher und schneller wird die erhaltene Zuckermenge wieder zerstört. Die schließliche Zuckerquantität ist also in hohem

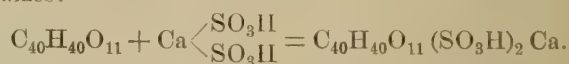
Grade davon abhängig, wann die Kochung beendet wird. Aus der Figur scheint hervorzugehen, daß die vergärbaren Zuckerarten leichter zerstört werden als die Pentosen.

Glücklicherweise trifft es sich nun im allgemeinen, daß bei größerem Gehalt an freier SO_2 die Kocher „rascher gehen“, d. h. die Kochung früher beendet ist. Aus diesem Grunde ist die Kochung häufig zu derselben Zeit fertig, wenn das Maximum von Zucker gerade erreicht ist.

Daß die Zuckerbildung bei höherem Gehalt an freier SO_2 rascher verläuft, ist in vollkommener Übereinstimmung mit den Forderungen der Theorie. Für die Inversions- bzw. Hydrolysegeschwindigkeit ist offenbar der Gehalt an freien Wasserstoffionen maßgebend. Die Konzentration der H-Ionen beruht nur auf der Menge von „freier“ schwefliger Säure. Wenn man bei konstantem Gehalt der Gesamtmenge von SO_2 die gebundene SO_2 , d. h. die Kalkmenge, vermehrt, dann muß die Geschwindigkeit der Zuckerbildung kleiner werden. Dies wurde auch vom Verfasser beobachtet.

Die oben erwähnte, für die Zuckerbildung günstige Zusammensetzung der Kochlauge ist auch nach den Erfahrungen in der Praxis für die Herstellung von gutem Sulfitzellstoff besonders geeignet. Es ist nämlich eine seit langem bekannte Tatsache, daß die Kochung am besten verläuft, wenn der Gehalt an freier schwefliger Säure etwa 70 % der Gesamtmenge bildet²⁾.

Das Lignin geht bei der Kochung in Lösung unter Bildung eines lignosulfosauren Calciumsalzes:



Dieses letztere Salz kann noch 2 Moleküle SO_2 binden. Diese werden jedoch nur reversibel gebunden. Das erklärt der Umstand, daß die Abblauge, wenn sie längere Zeit in freier Luft steht, Gips absondert. Mit kaustischem Kalk ist es, wie der Verfasser nachgewiesen hat, möglich, den reversibel gebundenen Sulfit abzusondern. Diese Abspaltung geht besonders in der Hitze glatt.

Die Abblauge enthält nach dem Verlassen der Kocher freie und an Kalk gebundene schweflige Säure und außerdem Calciumsulfit, das, wie erwähnt, schwach an Lignin gebunden ist. Vor der Vergärung ist es notwendig, diese vollständig zu entfernen. Schweflige Säure ist, wie bekannt, für die Hefe ein sehr starkes Gift, so daß schon sehr kleine Mengen genügen, um innerhalb kurzer Zeit die Gärung zu verhindern.

Die Abblauge wird daher heiß neutralisiert. Das geschieht, wie der Verfasser nachgewiesen und im Betrieb durchgeführt²⁾ hat, am besten mit Kalk und feingemahlenem Calciumcarbonat. Es würde hier zu weit führen, näher darauf ein-

¹⁾ Es muß hier bemerkt werden, daß die schweflige Säure vor der Abstellung des Kochers durch teilweise Abgasung nicht entfernt werden darf.

¹⁾ Vgl. Klason, Arkiv för Kemi, mineralogi och geologi 4, Nr. 1 (1910).

²⁾ Bei der Sulfitfabrik Bergvik in Schweden.

zugehen¹⁾. Es kann nur kurz erwähnt werden, daß es durch diese Maßnahmen gelungen ist, aus der Lauge leicht ausscheidbaren Gips oder Ca-Sulfit auszufällen, sei es, daß diese Verbindungen in übersättigtem Zustand in Lösung vorhanden sind, sei es, daß sie aus der Ligninsulfosäure durch Spaltung derselben entstehen. Durch diese Vorkehrungen wird es auch möglich, eine für die Gärung günstige Acidität der Lauge herzustellen und gleichzeitig eine vollständig klare Gärflüssigkeit zu erhalten, was von großer Bedeutung ist. Die innige Mischung zwischen Neutralisationsmittel und Lauge wird durch gute Umrührung, welche zweckmäßig mit Druckluft ausgeführt werden kann, erreicht.

Da große Mengen Ablaugen zu bewältigen sind, z. B. bei einer größeren Fabrik von 35 000 t Zellstoff Jahresproduktion etwa 500 cbm pro Tag, so wären die Gefäße verhältnismäßig sehr groß. Bis jetzt wurden Turmbottiche von etwa 100 cbm Inhalt benutzt.

Die Neutralisation geschieht zweckmäßig folgendermaßen: Nachdem die Lauge in die Türme eingepumpt ist, wird etwas Kalk zugesetzt, dessen Menge ungefähr der in der Lauge befindlichen Menge von freier schwefliger Säure entspricht. Nach einiger Zeit wird mit feingemahlenem Kalkstein nachneutralisiert, bis der geeignete Aciditätsgrad erreicht ist. Die Vermischung der Neutralisationsmittel mit der Lauge geschieht, wie bereits erwähnt, durch Einblasen von Luft.

Es hat sich erwiesen, daß die bei dieser Lüftung entstandene Oxydation von organischen Stoffen für den Gärungsprozeß belanglos ist. Der Zweck ist also nur ein rein mechanischer, den man natürlich auch auf andere Weise, z. B. durch eingebaute Rührwerke, erzielen kann.

Die Neutralisation ist nach etwa 4 Stunden beendet. Man läßt dann die Lauge im Neutralisationsbehälter etwa eine Stunde stehen, wobei die festen Bestandteile sich am Boden absetzen. Der Schlamm besteht größtenteils aus Ca-Sulfit und Gips. Das Calciumsulfit könnte ja für den Zellstoffprozeß wieder benutzt werden. Bis jetzt haben diese Bestrebungen keinen Erfolg gehabt.

Nachdem sich der Schlamm abgesetzt hat, wird die neutralisierte Lauge in ein Bassin abgelassen, wo die vollständige Klärung erfolgt.

Vor der Gärung wird die neutralisierte Lauge — die Sulfitmaische — auf eine für die Gärung geeignete Temperatur gebracht (von etwa 30°). Die Abkühlung kann entweder durch ein Gradierverk erfolgen, wobei gleichzeitig die Lauge ein wenig eingedickt wird, was vorteilhaft ist, oder direkt mit Wasserkühlung. Das letztere ist insofern geeignet, weil es dadurch gelingt, die Temperatur der Lauge genau zu regeln.

Der springende Punkt der Sulfitspiritfabrika-

tion liegt zweifellos in der *Gärung der Sulfitmaische*. Da die Sulfitabläuge kein gutes Gärungssubstrat ist, so sind die Schwierigkeiten hier entschieden viel größer, als bei Vergärung von anderen Brennerreimaischen. Die großen Mengen von unvergärbaren Stoffen in der Ablauge wirken, wenn die Gärung nicht in richtiger Weise durchgeführt wird, sehr störend.

Wie bereits erwähnt, ist natürlich die Art der Vorbehandlung, die Kochung und die Neutralisation von großer Bedeutung für die Erzielung einer guten Ausbeute von Alkohol. Was die Kochung betrifft, so wurden schon früher die Bedingungen für eine gute Zuckerausbeute besprochen. Der Zucker, der auf diese Weise gewonnen wird, ist schon im wesentlichen in Form von einfachen Zuckerarten in der Lösung vorhanden. Die nach den Ergebnissen der Gärungsversuche berechneten Mengen vergärbaren Zuckers laufen mit den analytisch bestimmten Zuckermengen parallel. Da man weiter annehmen muß, daß bei der Kochung die Gesamtmenge der Lignosane in Lösung geht, abgesehen von den Mengen, die bei der Kochung zerstört werden, so ist es klar, daß Laugen, welche geringe Ausbeuten geben, obgleich sie nach allen Regeln einer richtig durchgeführten Gärung behandelt worden sind, Kohlenhydrate enthalten, die erst nach einer vorhergehenden Hydrolyse vergoren werden können. Das ist durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren möglich. Eine solche Operation hat sich aber nicht als ökonomisch erwiesen. Nach meiner Erfahrung kann man ebenso glatt zu demselben Ziel gelangen, wenn man bei der Kochung dafür sorgt, daß durch das Vorhandensein von genügend viel Überschuß an SO_2 die Hydrolyse schon im Sulfitzellstoffkocher vor sich geht.

Es wurde oben erklärt, daß die Neutralisation nicht nur den Zweck der Entfernung der schwefligen Säure hat, sondern daß dadurch auch der für die Gärung optimale Gehalt der Sulfitmaische von Wasserstoffionen herbeigeführt wird. Die Bedeutung der richtigen Acidität für die alkoholische Gärung ist für die Gärungstechnik allgemein bekannt¹⁾.

Empirisch habe ich den optimalen Säuregrad bei einigen Sulfitzellstofflaugen entsprechend etwa 10 ccmⁿ/₁₀ NaOH für 20 ccm Lauge bestimmt. Es ist nicht gesagt, daß das Optimum bei allen Ablaugen dasselbe ist. Es ist doch wohl anzunehmen, daß die Schwankung verhältnismäßig gering ist.

Für die Gärung ist es offenbar von großer Bedeutung, die richtige Wahl des Hefestammes zu finden. Zweifellos können verschiedene Hefen bei einmaliger Gärung gute Alkoholaus-

¹⁾ Diese Sache ist eingehend in meiner schon erwähnten Schrift „Die Sulfitabläuge und ihre Verarbeitung auf Alkohol“ behandelt.

¹⁾ Ich verweise auf meine Monographie „Hefe und Gärung in ihrer Abhängigkeit von Wasserstoff und Hydroxylionen“. Sammlung chem. u. chem.-techn. Vorträge Bd. XXI, 4 (1914). Dasselbst auch Literatur.

beuten geben. Es kommt doch in erster Linie darauf an, daß bei wiederholten Gärungen die Hefe durch Adaptierung an das neue Milieu ihre Resistenz und Gärkraft erhöht. Es hat sich in der Praxis erwiesen, daß solche adaptierte Hefe eine nicht unwesentlich höhere Ausbeute an Alkohol gibt, als hochvergärende Brennereihefen bei der ersten Gärung. Bei richtiger Gärungsführung ist es möglich, eine einmal eingeführte und adaptierte Hefe jahrelang zu benutzen, ohne daß das Gärvermögen verändert wird.

Die neutralisierte und abgekühlte Sulfitlauge ist offenbar ganz steril. Das ermöglicht die Einführung der sogenannten kontinuierlichen Gärung in der Sulfitbrennerei. Es gibt verschiedene Arten von kontinuierlichen Gärungen, die aber bei weitem nicht alle in gleich hohem Grade geeignet sind. Die goldene Regel, daß die „toten Punkte der Gärungsführung“ vermieden werden müssen, soll erfüllt sein. Gleichzeitig ist es notwendig, darauf zu achten, daß die Hefe in genügender Aussaat und in gutem physiologischen Zustand in der Hauptgärung vorhanden ist. Es muß also für eine geeignete Hefenahrung, die gleichzeitig billig und leicht zu beschaffen ist, gesorgt werden. Der Verfasser hat eine solche in einer Mischung von Ammonsalzen und Phosphaten in alkalischen Erden gefunden und in der Sulfitbrennerei mit gutem Erfolg eingeführt. Das Nahrungsgemisch erwies sich für die Sulfitablauge sogar vorteilhafter als der Bauersche Hefeextrakt, der bekanntlich aus einer Abkochung von Hefe besteht.

In verschiedenen Brennereien wird während der Gärung gelüftet. In einigen Sulfitspiritalfabriken ist auch die Lüftung benutzt worden. Verfasser ist der Meinung, daß man mit Lüften während der Gärung sehr vorsichtig sein muß. Durch die Sauerstoffzufuhr tritt eine kräftigere Hefevermehrung auf Kosten von vergärbarem Zucker ein. Durch ein zu starkes Hefewachstum entsteht leicht eine Herabsetzung des Gärvermögens der einzelnen Hefezellen. Oft genügt die Menge Sauerstoff, die teils mechanisch gelöst, teils reversibel in der Sulfitmaische gebunden ist, um die zur Aufrechterhaltung der kontinuierlichen Gärung notwendigen Hefemengen herbeizuführen.

Nach der Art des Betriebes können die Alkoholausbeuten außerordentlich stark schwanken, zwischen 0,5 und 1,2 Vol.-Proz. Ausbeuten bis 1,4 Vol.-Proz. können vorkommen, deuten aber auf einen zu weitgehenden Aufschluß des Holzes, der gewöhnlich für die Qualität des Zellstoffes schädlich ist. Es ist nämlich möglich, die Sulfitzellstoffkochung so zu führen, daß die Zellulose angegriffen wird.

Der Rohspirit hat nach Untersuchungen des Verfassers folgende Zusammensetzung und Eigenschaften:

Gew.-Proz.

Äthylalkohol	91,0
Wasser	5,2
Methylalkohol	3,2
Aldehyd	0,35
Fuselöl	0,24
Säuren	Spur
Asche	0,008

Geruch: Schwacher Geruch von Aldehyd und Fuselöl.

Farbe: Farblos, wasserhell (auch nach Verdünnung auf 30 Vol.-Proz.).

Den Sulfitrohsprit kann man also als einen mit Methylalkohol schwach vergällten, gewöhnlichen Kartoffelsprit betrachten. Die Verunreinigungen von Aldehyd und Fuselöl sind in diesem Falle nicht größer als in anderen Rohspritsorten. Ohne Entfernung des Methylalkohols ist der Sulfitspirit zu Genußzwecken unbrauchbar. Der Unterschied der Siedeverhältnisse von Methyl- und Äthylalkohol macht die Annahme berechtigt, daß es technisch möglich ist, den Methylalkohol abzuscheiden. Bei der Sulfitzellstoffkochung bildet sich Cymol, das beim Abgasen des Überschusses von schwefliger Säure mit überdestilliert. Im Sulfitspirit ist nach Untersuchung des Verfassers kein Cymol vorhanden.

Bei der Destillation bekommt man ein Vorlaufprodukt, das zu etwa 20 % aus Aldehyden, Aceton und Methylalkohol besteht.

Als Nachlaufprodukt bekommt man ein Fuselöl, dessen Zusammensetzung von den bei den landwirtschaftlichen Brennereien gewonnenen verschieden ist. Der Gehalt an Amylalkohol z. B. ist bedeutend kleiner. Die höher siedenden Bestandteile des Nachlaufproduktes enthalten *Borneol*, dessen Menge so klein ist, daß sich eine Isolierung kaum lohnt.

F. Ehrlich hat gezeigt, daß das Fuselöl aus Spaltungsprodukten von Eiweißstoffen entsteht. Da die Laugen selbst wenig Proteinsubstanzen enthalten, so muß der Ursprung des bei der Sulfitbrennerei gewonnenen Fuselöls in den Eiweißabbauprodukten der Hefenahrung liegen, was sich auch tatsächlich erwiesen hat.

Die abgebrannte Sulfitmaische enthält hauptsächlich lignosulfonsaures Calcium, kleine Mengen von Pentosen¹⁾ und Stickstoffverbindungen, die hauptsächlich von der Hefe bzw. Hefenahrung stammen. Außerdem enthält die Schlempe suspendierte Hefezellen. Eine Verwertung der Schlempe ist noch nicht technisch durchgeführt worden, obwohl es nicht an Vorschlägen gefehlt hat, die organischen Stoffe für verschiedene Zwecke zu bearbeiten. Eine rationelle Lösung des Sulfitlaugenproblems in seinem ganzen Umfange liegt immer noch nicht vor.

Es ist seit langem die aktuelle Frage gewesen, welche Substanzen in der Sulfitablauge für das

¹⁾ Ein Teil der Pentosen wird während der Gärung als Kohlenstoffnahrung für die Hefe verbraucht.

Tier- und Pflanzenleben der Seen und Flüsse wirklich schädlich sind. Diese Sache ist eingehend von *Hofer*¹⁾ studiert und beantwortet worden. Er kam zu dem Schluß, daß nicht nur die schweflige Säure, sondern auch die gärfähigen Zuckerarten entfernt werden müssen, um die Lauge unschädlich zu machen. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß Sulfitablauge ununterbrochen in Rinnen abgeleitet wurde. Es trat dabei die bekannte Pilzwucherung (von *Sphaerotilus natans*) auf. Wurde die Sulfitablauge neutralisiert und vergoren, so trat keine Pilzwucherung mehr ein. Die Lösungen von Hexosen wirkten anregend zum üppigen Wuchern, während Pentosen (Arabinose, Rhamnose und Xylose) ohne Einfluß waren. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß die Abwässerschwierigkeiten der Sulfitzellstofffabriken durch die Sulfitspiritfabrikation behoben werden. Bis jetzt war es nicht möglich, bei den Sulfitspiritfabriken, die schon seit langem in Betrieb sind, die Abwasserfrage zu studieren, weil bei allen die Vorfluten so wasserreich waren, daß eine Abwässerschwierigkeit auch früher nicht vorlag.

Die Spiritgewinnung aus Sulfitablauge ist bis jetzt die billigste Methode der Alkoholherstellung. Das gilt selbstverständlich nur unter der Voraussetzung, daß der Betrieb gut geleitet ist und die Ablauge kostenlos zur Verfügung steht. Die außerordentlich große Bedeutung einer guten Alkoholausbeute für die Wirtschaftlichkeitsrechnung geht aus folgenden Angaben über die Herstellungskosten von Sulfitspirit hervor, unter Zugrundelegung von Friedenspreisen bei verschiedenen Ausbeuten einer mittelgroßen Sulfitfabrik (20 000 t Zellstoff Jahresproduktion):

Ausbeute in Ltr. 100proz. Alkohol pro cbm Lauge	Unkosten, inkl. Zinsen und Amortisation Pfg. pro Ltr. 100proz.
10	17,7
9	19,6
8	22,1

Das wirtschaftliche Ergebnis einer mit schlechter Ausbeute arbeitenden Anlage wird noch ungünstiger, wenn man in Betracht zieht, daß durch die Verschlechterung der Ausbeute auch die Produktion erheblich herabgesetzt wird.

Äußerlich betrachtet ist die Sulfitspiritfabrikation ein außerordentlich einfacher Prozeß. In Wirklichkeit stellt sich die Sache doch nicht so einfach. Die Alkoholausbeute, die die Grundlage der Wirtschaftlichkeit ist, ist von einer so großen Anzahl von Faktoren abhängig, daß es notwendig ist, nicht nur in den Sulfitzellstoffprozeß, sondern auch vor allen Dingen in den eigenartigen Gärungsvorgang einen tiefen Einblick zu besitzen, um den technischen Prozeß richtig durchzuführen und um jederzeit imstande zu sein, den leicht eintretenden Störungen rechtzeitig abzu-

helfen. Ist das aber der Fall, dann können beträchtliche Mengen Spiritus gewonnen werden.

Der Gedanke, Spirit aus Sulfitablauge herzustellen, stammt von *Mitscherlich*, einem der Gründer der Sulfitzellstofffabrikation, der ein Patent auf Spritherstellung nahm. Später wurden auch Versuche von *Tollens* und *Lindsey* (a. a. O.) über die Vergärbarkeit von Sulfitablauge gemacht. *Krause* (a. a. O.) hat solche Versuche wiederholt. Letzterer hat die Untersuchungen auf Anregung von der Zellstofffabrik in Aschaffenburg gemacht. Es war bis vor kurzem in Deutschland nicht möglich, eine ökonomische Sulfitspiritgewinnung einzuführen, da die Steuerverhältnisse eine solche Fabrikation hinderten. In Schweden, wo in den letzten 20 Jahren die Sulfitzellstofffabrikation sich außerordentlich entwickelt hat, lag ein gesetzliches Hindernis für die Sulfitspiritfabrikation nicht vor. Die Anregungen, die von *Klason* ausgingen, führten dazu, daß das Interesse für die Ablaugenverwertung größer wurde. So wurden im Jahre 1906 von *Wallin* die ersten erfolgreichen Versuche in Schweden gemacht, dem es gelang, im kleineren Maßstab aus Sulfitablaugen Spirit herzustellen. Für die Förderung der Sulfitspiritindustrie hat der verstorbene Generaldirektor *Ljungberg* der Stora-Kopparbergs-Bergslags-Aktiebolag in Falun außerordentlich viel getan. Auf seine Veranlassung wurde im Jahre 1907 die erste große Anlage in Skutskär gebaut, deren Leitung *Ekström* übernahm. Eintretende Patentstreitigkeiten zwischen den verschiedenen Interessenten der Sulfitspiritsache führten zur Bildung der Aktiengesellschaft Ethyl, an welcher auch *Wallin* mit seinem Patent, dem Hauptpatent von Ethyl, beteiligt wurde¹⁾.

Außer Skutskär wurde bei einer anderen Sulfitzellstofffabrik im Besitze von Stora-Kopparbergs-Bergslags-Aktiebolag eine kleinere Sulfitspiritfabrik gebaut (1910—1911). Gleichzeitig wurde auch eine dritte Spiritfabrik in Bergvik in Betrieb gesetzt. Die Fabrik in Bergvik war erheblich größer als die früher genannten Fabriken. Die Entwicklung der Sulfitspiritfabrikation in Schweden hörte dann auf einmal auf. Das beruhte nicht allein darauf, daß es schwierig war, genügenden Absatz für den Spirit zu finden, es lag noch ein anderer Umstand vor. Die Ausbeute der Fabrik in Bergvik, die anfangs unter Leitung von *Ethyl* stand, war außerordentlich schlecht. Die Leitung des Betriebes ging dort dann in andere Hände über. Das Ergebnis war, daß die Alkoholausbeute allmählich stieg. Nachdem durch eingehende Untersuchungen die grundlegenden Bedingungen bekannt wurden, war es schließlich möglich, in jahrelangem Dauerbetrieb etwa 20 % höhere Ausbeuten als in den von *Ethyl* geleiteten Fabriken zu erzielen. In den letzten Jahren hat Bergvik ebensoviel Spirit produziert, wie die beiden anderen Fabriken zusammen. Angeregt durch

¹⁾ Vgl. Referat von *Vogel*, Zeitschr. f. angew. Chemie 19, 750 (1906).

¹⁾ Dieses Patent ist kürzlich in Schweden vernichtet worden.

die guten Ergebnisse in Bergvik und die günstige Marktlage wird jetzt in Schweden eine größere Anzahl von Sulfitspfitfabriken gebaut.

Die wahre Natur der Rußtaupilze.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

In feuchten, einigermaßen regenreichen Sommern beobachten wir, daß die Blätter vieler Bäume und Sträucher sich mit schwarzen Überzügen bedecken, die von Unkundigen häufig für Ruß angesehen werden.

Eine kleine Probe dieser Überzüge unter das Mikroskop gebracht, läßt sofort erkennen, daß es sich hier nicht um leblose Körper wie Kohlentelchen, Ruß u. dgl., sondern um Pflanzenzellen, und zwar Fäden und Fortpflanzungskörper von Pilzen, handelt. Wegen der Ähnlichkeit mit Ruß faßt man all diese Pilze unter dem Sammelnamen „Rußtau“ zusammen. Ganz ungeheure Dimensionen nehmen diese schwarzen, rußähnlichen Pilzüberzüge in Gegenden an, in welchen die Niederschläge — sei es Tau, Regen oder Nebel — besonders häufig fallen. So sah ich im valdivianischen Regenwald (an der Ostküste des südlichen Südamerika) ganze Bäume von 30 bis 40 m Höhe in einen dicken schwarzen Mantel gehüllt. In den nebelreichen Gebirgswäldern von Andalusien bilden Rußtaupilze eigroße Polster an den Stämmen der Baumheide usw. In der Regel ist der Schaden, den diese Pilze anrichten, nicht nennenswert; denn sie wachsen bekanntlich nur oberflächlich auf den zuckerreichen Ausscheidungen von Blatt- und Schildläusen. Immerhin kommt es vor, daß sie durch Lichtentzug die Blätter der Bäume, auf welchen sie wachsen, zum Absterben bringen. So habe ich beobachtet, daß auf der Robinsoninsel Juan Fernandez im Stillen Ozean Myrtenbestände durch die auf ihnen wuchernden Rußtaupilze (*Limacinia fernandeziana*) sehr bedeutend geschädigt wurden.

Jedenfalls brauchen diese Pilze zu ihrem kräftigen Gedeihen neben verhältnismäßig großer Wärme sehr feuchte Luft bzw. häufige Niederschläge. In sehr trockenen Sommern (z. B. 1917) oder in dauernd trockener Luft (Steppenklima) kommen sie kaum zur Entwicklung.

Man hat nun bei der Erforschung der Rußtaupilze einen Fehler gemacht, der eigentlich ohne weiteres auf der Hand liegt: man nahm in der Regel an, daß die schwarze Pilzdecke einer Rußtauvegetation etwas Einheitliches sei, und suchte die betreffenden Pilze nach morphologischen Merkmalen zu charakterisieren.

Nun ist aber ohne weiteres klar, daß dies in den seltensten Fällen zutrifft bzw. möglich ist. Ein mit Honigtau — den Ausscheidungen der Läuse — bedecktes Blatt ist Luftströmungen und Niederschlägen ausgesetzt; es werden also eine Unmasse von Keimen (Pilzsporen) anfliegen und zur Keimung gelangen: Die so entstehende Vegetation ist also alles andere eher als eine Rein-

kultur, und der Versuch, diese Vegetation nach morphologischen Gesichtspunkten zu charakterisieren, ist von vornherein aussichtslos.

Gleichwohl ist dies lange Zeit geschehen, und indem nun die auf Blättern zur Entwicklung kommenden Rußtauvegetationen beschrieben, benannt und in Herbarien aufbewahrt wurden, ist, wie nicht anders zu erwarten war, eine heillose Verwirrung entstanden. Es konnte nicht ausbleiben, daß die heterogensten Dinge unter gleichem Namen vereinigt wurden und schließlich niemand mehr wußte, was denn unter einer „bestimmten Rußtauart“ zu verstehen sei. Man braucht nur einen Blick in die Pilzherbarien unserer Museen zu werfen, um sich zu überzeugen, daß Bezeichnungen wie *Capnodium salicinum*, *Apiosporium Fumago*, *Fumago salicina* u. dergl. durchaus nichtssagende Begriffe sind, unter denen die verschiedenartigsten Pilzgemeinschaften zusammengefaßt werden.

Dazu kommt, daß vielfach der weitere bei den Systematikern beliebte Fehler gemacht wurde, Arten oder Unterarten nach den verschiedenen Nährpflanzen zu unterscheiden; dadurch entstand das „systematische Monstrum“, daß Pflanzengemeinschaften als Arten (unter Bezugnahme auf die Art der Nährpflanze) beschrieben wurden, obwohl es sich hier um reine Zufälligkeiten und keinerlei gesetzmäßige Zusammenhänge handelte. So finden wir in den Herbarien ein *Apiosporium salicinum*, *A. Tiliae*, *A. quercinum*, *A. tremulicolum* usw., obwohl es vorkommen kann, daß alle diese „Scheinarten“ an einer und derselben Lokalität vereinigt sind, wenn z. B. eine Eiche, eine Linde, eine Weide und Zitterpappel nebeneinander stehen und die Blätter dieser Bäume mit einer schwarzen Pilzvegetation bedeckt sind.

Man hat dabei offenbar den doppelten Fehler gemacht: eine Mehrheit von Pilzindividuen zu einer Art zusammenzufassen, und diese Scheinart — nach den Wirtspflanzen — in mehrere Unterarten oder auch selbständige Arten zu spalten. Dieses Verfahren ist ebenso sinnlos, wie wenn man die Hefevegetation einer gärenden Flüssigkeit als etwas Einheitliches betrachten, sie aber gleichzeitig nach der Natur der Flüssigkeit (Bier, Wein usw.) in verschiedene Arten zerlegen wollte. Zur teilweisen Entschuldigung dieses Verfahrens mag allerdings angeführt werden, daß die auf Honigtau wachsenden Pilze, welche den sog. Rußtau bilden, höchst auffallende Konvergenzen zeigen, indem unter dem Einfluß der besonderen Eigenschaften des Substrats (Zuckerreichtum) Myzelformen entstehen, welche eine überraschende Gleichartigkeit erkennen lassen.

Wie ist nun diesem offenbaren Übelstand ab zuhelfen?

Es leuchtet ein, daß hier nur ein Verfahren zum Ziel führen kann, nämlich das auch in der Bakteriologie als einzig brauchbar erkannte Prinzip der Reinkultur.

Davon ist bisher nur sehr wenig Gebrauch ge-

macht worden. Die einzigen wichtigeren diesbezüglichen Untersuchungen sind die von Zopf¹⁾ und von Schostakowitsch (Flora 1895). Ersterer untersuchte bzw. züchtete einen Rußtaupilz, der in den meisten Gewächshäusern der botanischen Gärten sehr verbreitet ist und außer gelegentlichen Beimengungen von Hefe- und Schimmelpilzen verhältnismäßig reine Pilzüberzüge auf Blättern immergrüner Pflanzen (Palmen, Aloe u. dgl.) bildet. Zopf nannte diesen Pilz kurzweg *Fumago* (ohne die Artfrage näher zu berühren). Wahrscheinlich ist der Zopfsche Pilz identisch mit dem in tropischen Gegenden häufigen *Capnodium Foothii*. Er ist von Zopf mit aller wünschenswerten Genauigkeit untersucht und charakterisiert worden, und bei einer Nachuntersuchung konnte ich fast alle Angaben von Zopf Wort für Wort bestätigen.

Mit dieser Zopfschen *Fumago* werden nun sehr häufig — ohne jeden triftigen Grund, nur wegen einer gewissen habituellen Ähnlichkeit — identifiziert schwarze epiphytische Pilzdecken, welche, wie oben erwähnt, in regenreichen Sommern die Blätter vieler unserer Laubbäume (Eiche, Linde, Ahorn, Hopfen usw.) überziehen.

Indessen hat schon Schostakowitsch nachgewiesen, daß diese Pilzdecken nichts Einheitliches sind; sondern ein Gemenge von verschiedenen weitverbreiteten Schimmelpilzen darstellen, unter welchen *Dematium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Hormodendron cladosporioides* die häufigsten sind.

Gleichwohl finden wir in Pilzaufzählungen, die für gewisse Gegenden gemacht werden, oder in Lokalfloren u. dgl. immer wieder die vagen Begriffe „*Fumago vagans*“ oder „*Apiosporium fumago*“ auftauchen, wobei die stille Voraussetzung gemacht wird, daß es sich um den gleichen Pilz handelt, der von Zopf unter dem Namen „*Fumago*“ so sorgfältig beschrieben wurde.

Meine Untersuchungen haben auch die Angaben von Schostakowitsch voll bestätigt. Werden von einer Rußtaupilzdecke (z. B. auf einem Eichenblatt) kleine Fragmente abgelöst und in sterilem Wasser mit einer ausgeglühten Nadel verteilt, dann diese winzigen Myzelstückchen auf Nährgelatine übertragen, so erhält man eine große Anzahl von Pilzkolonien, die zwar sehr häufig *Dematium pullulans*, außerdem aber zahlreiche andere, zum Teil sehr schwer charakterisierbare Pilze enthalten.

Noch weit mannigfaltiger ist die Pilzflora, die sich auf den immergrünen Nadeln der Weißtanne (auf dem Tannenhonigtau) ansiedelt und gleichfalls eine scheinbar homogene schwarze Myzeldecke bildet.

Es ist klar, daß diese Pilzvegetation artenreicher ist als die auf sommergrünen Laubblättern, weil ja die Tannennadeln 8—10 Jahre alt werden können, also weit länger als sommergrüne Blätter

¹⁾ Conidienfrüchte von *Fumago* (Nova acta 1878).

Pilzsporen aufzufangen Gelegenheit haben. In der Regel wird diese Pilzdecke kurzweg als *Apiosporium pinophilum* (*Antennaria pinophila*) bezeichnet. Werden kleine Fragmente derselben in einem Tropfen sterilisiertes Wasser verteilt und auf Nährgelatine ausgebreitet, so zeigt sich, daß die Pilzdecke alles eher als einheitlich zusammengesetzt ist. Ich habe eine große Anzahl derartiger Reinkulturen angelegt und dabei gefunden, daß neben regelmäßig wiederkehrenden Bestandteilen Formen auftreten, die mehr den Charakter von zufälligen Beimengungen haben. Ohne auf die in der ausführlichen Darstellung¹⁾ gegebenen Einzelheiten einzugehen, seien hier nur die wichtigsten allgemeinen Ergebnisse dieser Untersuchung kurz angedeutet, insoweit sie geeignet sind, „das Wesen einer Rußtaudecke“ aufzuklären.

Im Tannenußtau können etwa drei Typen von Pilzen unterschieden werden:

- a) solche mit kurzzeitigem Myzel (*Hormiscium pinophilum* sowie eine andere *Hormiscium*-art), Pilze, deren Myzel ziemlich langsam wächst, aber überaus mächtige aus derben rundlichen Zellen gebildete Äste und schließlich eng verfilzte Geflechte bildet, in welchen die Niederschläge kapillar festgehalten werden;
- b) solche, die überhaupt kein fadenförmiges Myzel, sondern mehr oder weniger kugelige bis gelappte Polster bilden, an deren Oberfläche durch Sprossung — ähnlich wie bei Hefepilzen — die Fortpflanzungszellen entstehen (*Sarcinomyces crustaceus*, ein Pilz, der von Lindner früher in Flüssigkeiten der Gärungsindustrie nachgewiesen wurde) und *Atichia glomerulosa*²⁾, ein merkwürdiger, früher zu den Flechten — Collemaceen — gestellter Pilz);
- c) solche mit lang fadenförmigem Myzel, die aber in zuckerreichen Lösungen — Honigtau — teils kurzgliedrige, derbe, dunkelfarbte Myzelien, ähnlich den unter a) genannten Pilzen, teils vielzellige Zellklumpen, ähnlich den unter b) genannten Pilzen, bilden. Hierher gehören alle übrigen, im Rußtau vorkommenden Pilze; manche derselben (*Tripodosporium pinophilum* mit sternförmigen Sporen, *Dematium pullulans* und andere *Dematium*-Arten, *Gyroceras fumagineum*) sind ziemlich regelmäßig wiederkehrende Bestandteile der Rußtaudecke, andere haben (wie erwähnt) mehr den Charakter von zufälligen Beimengungen.

Die meisten der in Reinkultur erhaltenen Pilze zeichnen sich aus durch die Fähigkeit, an der

¹⁾ Neger, Experimentelle Untersuchungen über Rußtaupilze, Flora Bd. X n. F., 1917, S. 67—139.

²⁾ Eine *Atichia chilensis* Cotton fand ich im Rußtau, der auf immergrünen Bäumen des chilenischen Hartlaubgebietes massenhaft wächst.

Oberfläche des Myzels große Schleimtropfen auszuscheiden, eine Eigenschaft, vermöge deren sich diese Pilze sicher gegen die Gefahr der Austrocknung schützen. Bei manchen Arten ist diese Schleimproduktion so bedeutend, daß die Nährflüssigkeit fadenziehend wird. Es war mir leider bis jetzt nicht möglich, den bekanntesten aller Rußtaupilze, das von *Tulasne* (*Selecta fungorum carpologia* 1861—65) so eingehend beschriebene *Capnodium salicium* lebend zu erhalten und in Kultur zu nehmen. Nach dem, was oben ausgeführt wurde, scheint es aber kaum zweifelhaft, daß die von *Tulasne* gerühmte Polymorphie der Fruchtformen nur eine scheinbare ist. Vermutlich lag auch *Tulasne* nicht eine reine, sondern eine durch Beimengung anderer Pilze verunreinigte Pilzvegetation vor. Ähnliche Fehler sind von anderen Beobachtern wiederholt begangen worden.

Fassen wir zusammen, so kann gesagt werden: die Rußtauvegetationen sind nur selten einheitliche Gebilde; vielmehr in der Regel Gemenge von sehr verschiedenen Pilzen. Als Kommensalen dieser Lebensgemeinschaft kommen alle jene Pilze in Betracht, deren Sporen auf zuckerreichen Substraten keimen und wachsen können, und deren sind sicher nicht wenige.

Es wird gewiß von Interesse sein, die hier eingeschlagenen Methoden der Analyse auch auf Rußtauvegetationen der wärmeren und heißen Zone anzuwenden (z. B. denke ich an die massigen Rußtaubildungen in den Zedratgärten Korsikas, an ähnliche Erscheinungen im Usambara- und Kilimandscharogebiet in Ostafrika u. a.). Sicher werden dabei beachtenswerte Erscheinungen zutage gefördert werden.

Die Abstammung des Hauspferdes und des Hausesels.

Von Dr. Otto Antonius, Wien.

(Schluß.)

B. Hausesel.

1. Die Wildesel Afrikas und Asiens.

Viel älter als Haustier und doch in Abstammung und Entwicklung viel leichter zu übersehen als das Pferd, ist der Esel. Seine Vorgeschichte ließe sich in wenigen Sätzen erzählen, wenn nicht der verdiente Haustierforscher *C. Keller* in seinen weitverbreiteten Schriften eine Hypothese verträte, die ein genaueres Eingehen nötig macht und uns zwingt, die in Betracht kommenden Wildformen auf ihren gegenseitigen Verwandtschaftsgrad zu prüfen.

Nordafrika ist die Heimat der echten Wildesel (*Asinus s. str.*), die dort in mehreren Lokalrassen auftreten. Zunächst in Nubien als *Equus asinus africanus* Fitz., dann an der Nordküste des Somalilandes als *Equus asinus somaliensis* Noack. Letztere Form ist größer — von statt-

licher Zebragröße —, schwerer gebaut, die rötlich- oder bläulichgraue Körperfarbe lebhafter und schärfer von den weißen Beinen abgesetzt, letztere bis über Handwurzel und Sprunggelenk hinauf stark quergebändert, während sie bei der nubischen Rasse nur an den Fesseln einige verwaschene Querbinden zeigen; dagegen ist beim Somaliesel das Schulterkreuz weniger entwickelt, fehlt meistens sogar ganz. Im Schädelbau gleichen sich beide vollkommen, ebenso äußerlich in der Bildung der Ohren und der Behaarung des Schwanzes. Die Stimme ist bei beiden das bekannte Eselgeschrei; es sind echte Esel in jeder Beziehung.

Ganz anders die sogenannten „asiatischen Wildesel“, die über die asiatischen Steppen und Wüsten von der Mongolei und Tibet bis in die indische Wüste und bis Syrien verbreitet sind, im Quartär aber auch ganz Mitteleuropa bewohnten. Zu ihnen gehört der tibetanische Kiang (*Equus hemionus Kiang* Moorer.), die größte und abweichendste Rasse, der typische Kulan aus der Mongolei (*Equus hemionus* Pall.), der nach Süden und Westen zu allmählich übergeht in den persischen (*Equus hemionus onager* Pall.) und den sehr ähnlichen indischen Onager (*Equus hemionus indicus* Sel.); an diese schließt sich dann äußerlich wie in seiner Verbreitung der kleine syrisch-arabische Onager (*Equus hemionus hemippus* Geoffr.). — Von den afrikanischen Wildeseln, mit denen sie in der Lebensweise übereinstimmen, unterscheiden sie sich sonst in jeder Beziehung. Zunächst im Schädelbau, in dem sie viel mehr mit den echten Pferden gemeinsam haben als mit den Eseln, ferner in den Längenverhältnissen der einzelnen Extremitätenknochen zueinander¹⁾, in der Farbe, die bei ihnen immer einen Stich ins Gelbe, niemals ins Rötlichgraue hat, in der Bildung der Ohren, die weit kürzer sind als bei den echten Eseln, in der Stimme, der die tiefen Töne des Eselgeschreis vollständig fehlen und die daher eher als ein sehr schrilles Wiehern zu bezeichnen wäre, und schließlich auch in ihrer ganzen Wesensart, die weit entfernt ist von dem Phlegma des Esels und bei gefangenen manchmal geradezu in Bösartigkeit ausartet.

2. Die ältesten Hausesel und ihre Herkunft.

Das bisher älteste Dokument für die Domestikation des Esels ist die bekannte und oft abgebildete Schieferplatte aus der Negadazeit, deren erhaltener Teil in drei Reihen untereinander Darstellungen vom Rind, Esel und Schaf enthält. Daraus, daß die Schafe unzweifelhafte Domestikationszeichen aufweisen, wird wohl mit Recht zu schließen sein, daß auch mit den beiden anderen Arten Haustiere gemeint sind. Das Alter dieser Schieferplatte läßt sich nicht genauer feststellen, reicht aber

¹⁾ Außerordentlich lange und schlanke Metapodien, sehr kurzer Humerus.

ganz bestimmt über 3400 v. Chr. hinaus. Der Esel ist also mindestens um anderthalb, wahrscheinlich aber um mehr als zwei Jahrtausende länger Haustier als das Pferd. Zu Beginn der historischen Zeit war er in Ägypten, wie aus den Grabdenkmälern hervorgeht, bereits das „Mädchen für alles“, wie heute. Eben diese Darstellungen erlauben uns auch einen Schluß auf die Abstammung: es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der altägyptische Hausesel der kaum veränderte Nachkomme des damals jedenfalls bis Unterägypten verbreiteten nubischen Wildesels war. Und es ist wohl anzunehmen, daß wir hier die erste Domestikation eines Einhufers überhaupt vor uns haben. Der nubische Esel erscheint somit als die älteste und jedenfalls auch als die Hauptstammform unseres Haustieres. Der Wildesel der Somaliküste mag in der Folge aber auch gelegentlich zur Kreuzung verwendet worden sein, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die großen und schwerkgebauten Hausesel Ostafrikas, insbesondere der Massai, Blut dieser Lokalrasse führen, wie Heck⁸⁾ annimmt. Das gleiche gilt vielleicht auch für die edlen Esel Südarabiens, dessen Bevölkerung ja seit Jahrtausenden in engen Beziehungen steht zu jener des gegenüberliegenden Nordostafrika. Südwestasien hat den Hausesel sehr früh und zweifellos von Ägypten aus erhalten. Ist die neue Hypothese von der engen Verwandtschaft der ältesten Ägypter und der Ursemiten und von der nordostafrikanischen Herkunft letzterer richtig, so ist wohl anzunehmen, daß sie es waren, die den Esel nach Asien mitbrachten und den als Kulturvolk viel älteren Sumerern seine Bekanntschaft vermittelten, bei denen er augenscheinlich eine Rolle im Kultus spielte. — Hier muß nun auf jene oben erwähnte Hypothese von Keller⁹⁾ eingegangen werden. Dieser Forscher vertritt die Ansicht, daß neben dem Blute afrikanischer Wildesel auch jenes asiatischer, nämlich des vorderasiatischen Onager, in unseren Hauseseln, speziell in gewissen edleren orientalischen Rassen, enthalten sei, und bildet auch einen solchen Vertreter dieser „Onager rasse“ ab. Dieser angebliche Onagerabkömmling ist nun aber von seinem hypothetischen Stammvater so grundverschieden, andererseits ein so echter, das heißt „afrikanischer“ Esel, daß die Hypothese durch dieses Bild allein widerlegt würde! Tatsächlich habe ich auch in Ägypten, wo Keller diese Rasse getroffen haben will, wohl viele Esel vom Typus des abgebildeten gesehen, aber nicht einen, der auch nur eine entfernte Ähnlichkeit mit dem mir von Schönbrunn her recht geläufigen vorderasiatischen Onager gezeigt hätte. Eine solche Blutmischung müßte im Schädelbau unbedingt zu merken sein — unter den vielen von mir untersuchten Eselschädeln, auch solchen edler Rassen, war keiner, der irgendwie an den Onager erinnert hätte. Eine Einkreuzung von Onagerblut zum Zwecke der Rassenverbesserung erscheint im übrigen schon

wegen der viel geringeren Größe gerade des *E. o. hemippus* ganz unwahrscheinlich und sie würde schließlich höchstwahrscheinlich auch nur unfruchtbare Bastarde ergeben — wenigstens erwiesen sich meines Wissens alle in zoologischen Gärten gezüchteten Blindlinge zwischen asiatischen Wildeseln einerseits, afrikanischen oder Hauseseln andererseits ebenso unfruchtbar wie Maultiere und Zebroide. Es wäre überhaupt besser, die asiatischen Wildesel auch in der Systematik ganz von den afrikanischen zu trennen, da sie von diesen mindestens ebenso verschieden sind wie von den echten Pferden.

Daß der Onager gelegentlich gezähmt wurde, steht allerdings fest. Das bei Keller⁹⁾ wiedergegebene Wandbild aus Theben könnte gar nichts anderes darstellen. Bemerkenswert ist daran, daß die Tiere ganz wie Pferde vor einen Streitwagen gespannt erscheinen. Den scharf beobachtenden Ägyptern fiel es eben gar nicht ein, in ihnen Esel sehen zu wollen. Letztere wurden bekanntlich im alten Ägypten niemals wie Pferde verwendet. Charakteristisch ist an dem Bilde auch die geringe Größe der Tiere im Verhältnis zum Wagen, wenn man es mit dem darüber dargestellten Pferdegespann vergleicht. Es handelt sich bei dieser Verwendung aber wohl nur um eine Spielerei, denn in einen ernstlichen Wettbewerb mit Pferd oder Esel könnte der Onager eben wegen seiner viel geringeren Größe und Kraft niemals treten. — Auch in seiner vorderasiatischen Heimat wurde der Onager oft gefangen gehalten; das beweisen die so oft abgebildeten Jagdszenen aus dem Palaste Assurbanipals (668 bis 626) in Kujundschik. Man hat sie auch auf echte Wildpferde von edlem orientalischem Schlag bezogen, so Keller⁹⁾ und Heck¹⁰⁾, oder auf verwilderte Hauspferde, wie Krämer¹¹⁾. Tatsächlich ist die Ähnlichkeit mit echten Pferden groß, aber das entspricht nur dem wirklichen Aussehen des Tieres. Das konkave Profil mit den darüber hinausragenden Augen entspricht der einen Meinung so gut wie der anderen, der ausgesprochene Eselschwanz, der den Onager auszeichnet, ist aber an einigen dargestellten Tieren so deutlich, daß ein Zweifel kaum möglich ist. Die Gesamtfigur ist, wie bei allen assyrischen Skulpturen, etwas zu massiv — vgl. das oben über die Hauspferddarstellungen Gesagte! —, zieht man aber das auf Rechnung des Stils kommende ab, so bleibt doch nur der typische schlanke Onager übrig! Beachtung verdient auch die Tatsache, daß die altassyrischen Künstler auch andere Einhufer, vor allem Maultiere, die für unser Auge doch viel eselähnlicher erscheinen als der Onager, sehr pferdeartig abbilden, so daß man oft im Zweifel sein kann, ob ein Lastpferd oder ein Maultier gemeint ist.

Ist so also die Hypothese von einem zweiten, vorderasiatischen Domestikationszentrum unseres Hausesels durchaus abzulehnen, so möchte ich andererseits ein solches in Nordwestafrika annehmen, wobei die in Betracht kommende Wild-

form allerdings nur als Lokalrasse des afrikanischen Wildesels anzusehen wäre. Eine solche lebte in historischer Zeit im Atlasgebiet und lebt wahrscheinlich heute noch im wenig bekannten Innern Nordwestafrikas. Wie sie aussah, wissen wir aus einem sehr lebendigen Mosaik aus der römischen Stadt Hippo-Regius, nahe dem heutigen Bone. Dargestellt sind Jagd und Fang von Straußen, verschiedenen Antilopen und wilden Eseln. Erstere sind mit so packender Naturtreue wiedergegeben, daß man auch für die Esel richtige Darstellung annehmen muß. Es müssen stattliche Tiere gewesen sein, die mit ihrer lebhaften Färbung und den stark gestreiften Beinen an den Somaliesel erinnerten, aber von ihm durch das sehr starke Schulterkreuz, das bei einem Exemplar sogar doppelt gezeichnet ist, verschieden. Obwohl dieses Mosaik erst aus nachchristlicher Zeit stammt, hat es doch für uns großen Wert, weil es das Vorhandensein echter Wildesel in jener Gegend beweist. Daß sie wenigstens zur Kreuzung mit dem von Osten hergekommenen Hausesel verwendet wurden, ist nach dem oben bei der Besprechung der Domestikation des Pferdes Gesagten mit Sicherheit anzunehmen.

Ob zwischen der Domestikation des Esels und jener des Pferdes ein ursächlicher Zusammenhang besteht, ist bis jetzt nicht festzustellen. Ganz von der Hand zu weisen ist die Möglichkeit aber nicht. Denn man könnte sich sehr gut vorstellen, daß die Bekanntschaft des Hausesels, den wir ein Jahrtausend vor dem ersten Auftreten des Hauspferdes bei den Sumerern treffen, von diesen auch weiter nördlich wohnenden Völkern vermittelt wurde und diese nun ihrerseits zur Zähmung der heimischen wilden Equiden veranlaßte. Der in all diesen Ländern ebenfalls vorkommende Onager wird auf die Dauer den Wettbewerb nicht ausgehalten haben, so sehen wir die oft versuchte Domestikation desselben, die z. B. für Indien durch *Herodot*, für Persien durch *Strabo* bezeugt wird, immer bald wieder aufgegeben.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

- ¹⁾ *Antonius, O.*, Was ist der Tarpau? Naturw. Wochenschr., N. F., Bd. XI, 1912.
- ²⁾ *Reichenau, W. v.*, Beiträge zur näheren Kenntnis foss. Pferde aus deutschem Pleistozän usw., Abhandl. großh. hess. geol. Landesanst. Bd. VII, 1915.
- ³⁾ *Salensky, W.*, Equus Przewalskii, St. Petersburg 1902.
- ⁴⁾ *Lydekker, R.*, The horse and its relatives, London 1912.
- ⁵⁾ *Nehring, A.*, Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen, Landwirtsch. Jahrb. 1884.
- ⁶⁾ *Duerst-Wilckens*, Naturgeschichte der Haustiere, Leipzig 1905.
- ⁷⁾ *Hitzheimer, M.*, Die Haustiere in Abstammung und Entwicklung, Stuttgart 1907.
- ⁸⁾ *Heck, L.*, Lebende Bilder aus dem Reiche der Tiere, Berlin 1899.
- ⁹⁾ *Keller, C.*, Die Abstammung der ältesten Haustiere, Zürich 1902.
- ¹⁰⁾ *Brehms Tierleben*, 4. Auflage, Bd. 12, 1915.
- ¹¹⁾ *Krämer, K.*, Aus Biologie, Tierzucht und Rassegeschichte, Stuttgart 1905.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Institute und Unternehmungen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. In der Jahresversammlung der Mitglieder der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft Mitte Oktober 1916 gab der Präsident eine kurze Übersicht über die Unternehmungen der Gesellschaft in den 7 Jahren ihres Bestehens. Diese Übersicht zählt auf:

1. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Dahlem, das älteste Institut, das zusammen mit dem Verein zur Förderung chemischer Forschung (ehemals Chemische Reichsanstalt) erbaut worden ist und unterhalten wird. Es umfaßt unter der Direktion des Geheimrats Professor *Beckmann* zwei selbständige Abteilungen und außerdem eine besondere Abteilung für Radiumforschung. Professor *Willstätter*, der die Leitung der zweiten Hauptabteilung hatte und der hier seine Untersuchungen über das Chlorophyll vollendet hat, folgte am 1. April 1916 einem Ruf nach München auf den Lehrstuhl *Adolf von Baeyers*.

2. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Dahlem. Es hängt mit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft etwas loser zusammen, da es von der Koppelstiftung begründet worden ist und von ihr und dem Staate unterhalten wird. Was der Direktor des Instituts, Geheimrat Professor *Haber*, durch seine Arbeiten dem Vaterland im Kriege und darüber hinaus geleistet hat, kann erst nach dem Kriege besprochen werden.

3. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für experimentelle Therapie in Dahlem unter der Leitung des Geheimrats Professor *von Wassermann*. Für die Einrichtung und die Betätigung des Institutes hat *Paul Ehrlich* seinen Rat zur Verfügung gestellt.

4. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr (unter Geheimrat Professor *Franz Fischer*). Es ist von der Stadt Mülheim erbaut worden, wird zum größten Teil von einem Kreise von Interessenten unterhalten und wird, wie alle Institute, von einem eigenen Kuratorium, in dem die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft vertreten ist, geleitet. Die großen Leistungen des Institutes sind nur zum Teil veröffentlicht worden, erst nach dem Kriege kann vollständig darüber berichtet werden. Eröffnet wurde das Institut kurz vor Beginn des Krieges.

5. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Dahlem. Es besteht aus fünf Abteilungen (Direktor: Geheimrat *Correns*, zweiter Direktor: Geheimrat *Spemann*, Professor *Goldschmidt*, Professor *Hartmann*, Professor *Warburg*) und dient der Vererbungslehre, der Entwicklungsgeschichte, der Protozoenkunde und verwandten Zweigen und enthält eine physiologisch-chemische Abteilung. Der Bau wurde kurz vor dem Ausbruch des Krieges begonnen und im Frühjahr 1915 beendet. Professor *Goldschmidt* befand sich bei Ausbruch des Krieges in Japan, ging nach den Vereinigten Staaten von Amerika und wird dort noch immer festgehalten, kann jedoch seine Studien fortsetzen.

6. Das Institut für Arbeitsphysiologie in Berlin, das seine Entstehung der Anregung und der Freigebigkeit der Herren *Merton* (†) in Frankfurt und *Fleischer* in Wiesbaden verdankt. Hier soll alles studiert werden, was dazu dient, die menschliche Arbeitskraft (körperliche und geistige) zu erhalten, zu schützen und zu heben. Das Institut hängt eng zusammen mit dem physiologischen Institut der Berliner Universität. Es

ist auf dessen Grundstück errichtet und wird von dessen Direktor, Geheimrat *Rubner*, geleitet. Mit seinem Bau wurde August 1914 begonnen, 1916/17 wurde es bezogen.

7. *Die Zoologische Station Rovigno* (Istrien), die früher im Privatbesitz war und später von der Gesellschaft übernommen wurde. Sie steht unter der vor dem Kriege bereits aufs beste bewährten Leitung von Dr. *Krumbach*; seine Arbeitsplätze waren gesucht. Der Krieg hat die im Kriegsgebiet gelegene Station schwer getroffen, aber es ist nichts zerstört, und die Station darf nach dem Kriege auf eine große Zukunft hoffen, namentlich wenn die altbewährte Zoologische Station in Neapel italienischer Politik zum Opfer fallen sollte.

8. *Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physiologie und Hirnforschung*. Der Beginn des Baues muß bis nach Friedensschluß vertagt werden, er ist für Dahlem geplant. Das Institut wird von Geheimrat *Abderhalden*-Halle und Professor *Vogt*-Berlin geleitet werden. Ihre Arbeiten werden bereits jetzt mit Mitteln der Gesellschaft gefördert.

9. *Das Institut für Physik*, ein in diesem Jahre ins Leben gerufenes, mit reichen Mitteln ausgestattetes Institut, das Professor *Einstein* leiten wird. Es unterscheidet sich grundsätzlich von allen übrigen Anstalten der Gesellschaft, hat kein eigenes Haus und kein eigenes Laboratorium. Ein Kreis berufener Physiker verfügt über die Mittel, bestimmt, welche Arbeiten unternommen werden sollen oder welche Gelehrten unterstützt und mit Instrumenten zur Förderung ihrer Untersuchungen versehen werden sollen. Die Untersuchungen werden in den Instituten der betreffenden Gelehrten ausgeführt, die Instrumente bleiben Eigentum der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und gehen an sie zurück, um später auch anderen Gelehrten zu dienen. Man will dadurch vermeiden, daß kostbare Instrumente unbenutzt in den Instituten stehen bleiben, wenn die Forschung, der sie ursprünglich gedient haben, dort nicht fortgesetzt wird.

10. *Die hydrobiologische Anstalt in Plön* unter der Leitung von Professor *Thienemann*, die 1917 aus Privatbesitz an die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft übergegangen ist. Sie soll die Süßwasserfauna (die Station in Rovigno die Seewasserfauna) erforschen und besonders die Fischzucht berücksichtigen.

11. *Das aerodynamische und hydrodynamische Institut* in Göttingen unter der Leitung von Professor *Prandtl*. Die Kriegserfahrungen der Luftschiffahrt und das Interesse, das die militärischen und Marinebehörden an der wissenschaftlichen Grundlage dieser Technik nehmen, brachten den Plan zur Gründung des Institutes, der schon lange vor dem Kriege bestand, zur Reife. Die „Modellversuchsanstalt für Aerodynamik“ ist in diesem Jahre bereits in Tätigkeit getreten.

12. *Allgemeiner Fonds zur Förderung chemischer Forschungen* (Leo-Gans-Stiftung), aus dem bereits zahlreiche Forscher zur Förderung ihrer chemischen Arbeiten unterstützt worden sind und noch unterstützt werden.

13. *Die Förderung der islamischen Archäologie*.

14. *Die Bibliotheca Hertiana* in Rom, durch Testament vermacht zugleich mit dem Palazzo Zuccari.

15. *Das Kaiser-Wilhelm-Institut für deutsche Geschichte* in Berlin.

16. *Förderung der ägyptologischen Forschung* (um die wichtigsten alten Denkmäler Ägyptens, die durch Korrektur des Nils dem allmählichen Untergange ge-

weht sind, durch ausgezeichnete photographische Aufnahmen für das Studium zu retten).

17. Die eigenartigen *biologischen Forschungen des Barons von Uexküll*, die von der Gesellschaft mehrere Jahre unterstützt wurden.

18. *Die biologisch-therapeutischen Forschungen des Geheimrats His in bezug auf radioaktive Substanzen*.

19. Die Forschung des Dr. *Schilling* zur Bekämpfung der Schlafkrankheit in Afrika.

20. Die Beteiligung an den Studien der Deutschen Versuchsarbeit für Luftschiffahrt.

21. Die Beteiligung an dem großen *Münchener Institut für theoretische und praktische Irrenforschung*.

22. und 23. Die Beteiligung an der Verwaltung der *Kaiser-Wilhelm-Stiftung für kriegstechnische Wissenschaften*, die die Koppelstiftung begründet hat, und die Beteiligung an der Leitung des medizinischen Institutes, das auf Grund einer Stiftung des Fürsten von Donnersmarck in Fronau im Entstehen begriffen ist.

24. *Das Forschungsinstitut für Eisen und Stahl*, das soeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute im Einvernehmen mit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gegründet worden ist. — —

Die Übersicht zeigt, daß fast die Hälfte der Unternehmungen der Gesellschaft während des Krieges entstanden ist. Als dringend erforderlich für die Zukunft erwähnt der Bericht ein Institut für Metallgewinnung und Metallforschung, ein Institut für die Erforschung der Nutzpflanzen (Arzneipflanzen, Getreide, Fett- und Ölpflanzen), ein Institut zu Untersuchungen über die Ernährung der Pflanzen durch Kohlenstoff, ein Institut für Gasforschung, für das Textilgewerbe, für Gerberei und Leder, ferner für experimentelle Pathologie, für Anthropologie usw. Der Bericht schließt mit einer im Einvernehmen mit dem Senat an die Mitglieder gerichteten Bitte, die Gesellschaft durch eine außerordentliche Gabe zu unterstützen. Trotz der großen Opferwilligkeit, die der Gesellschaft reiche Mittel geboten hat, stehen ihr heute nur noch knapp 1½ Millionen oder etwa 70—75 000 M. jährlich zu freier Verfügung. — Die Mitgliederzahl der Gesellschaft ist andauernd gewachsen. Sie betrug gleich nach der Gründung im

Sommer 1911	150
September 1912	186
September 1913	199
April 1916	213
Oktober 1917	284.

In den letzten 18 Monaten sind 71 Mitglieder aufgenommen worden, seit Begründung der Gesellschaft sind 45 Mitglieder gestorben.

B.

Die kürzeste Wellenlänge. Auch bei Verwendung von Quarzflußspat-Optik enden die Spektralphotographien bei einer Wellenlänge von 1850 Å. E., da hier, wie V. *Schumann* zuerst nachgewiesen hat, die Absorption der Gelatine der photographischen Platten einsetzt. Durch Verwendung selbst präparierter gelatinefreier Platten gelang es ihm unter Benutzung eines Spektrographen mit Flußspatprisma und Wasserstofffüllung bis zur Wellenlänge 1230 Å. E. vorzudringen. Diese Grenze wurde von *Lyman* 1914 durch Ersatz des Prismas durch ein Gitter auf 900 und 1916 durch Benutzung von Helium an Stelle von Wasserstoff auf 600 Å. E. herabgedrückt. Da die größte Wellenlänge des Röntgenstrahlenspektrums etwa 1 Å. E. beträgt, klappt zwischen dem Bereiche der Lichtwellen und der Impulsstrahlung der Röntgenstrahlen noch eine beträcht-

liche Lücke. Durch Versuche von O. W. Richardson und C. B. Bazzoni (*Phil. Mag.* [6] 34, S. 285, 1917) ist dieselbe wesentlich verkleinert. Klar ist von vornherein, daß man, wenn man zu kleineren Wellenlängen fortschreiten will, jedwede Absorption durch feste Körper und auch durch das emittierende Gas vermeiden muß. Es muß deshalb die Weglänge der Strahlen, die bei den Versuchen von Lyman etwa 2 m betrug, wesentlich verkürzt werden; ferner muß das Gas sehr rein sein und auch gegen alle Verunreinigungen durch von dem Apparat abgegebene Gase geschützt sein. Um die Abmessungen des Apparates stark verringern zu können, wurde auf die Photographie des Spektrums verzichtet. Die Wellenlänge der erregten Strahlung wurde vielmehr aus der Geschwindigkeit der Elektronen berechnet, welche von ihr an einer Metallplatte ausgelöst wurden. Die Geschwindigkeit wiederum wurde durch die Stärke desjenigen Magnetfeldes ermittelt, welches die Elektronen in eine Kreisbahn von vorgeschriebenem Krümmungsradius zwang. Der ganze Spektralapparat bestand somit aus einem geeigneten Quarzrohr mit den nötigen eingeschmolzenen Elektroden. Auf diese Weise ließen sich in Helium, das durch einen starken Thermionenstrom erregt wurde, noch Strahlen bis zur Wellenlänge von 420 Å. E. herunter nachweisen.

Diese Methode wurde dazu benutzt, um die Grenzwinkel von Helium, Wasserstoff und Quecksilberdampf zu bestimmen; nach allen Serienformeln häufen sich nämlich die Linien im Ultraviolett immer mehr an, da ihre Abstände mit abnehmender Wellenlänge immer kleiner werden, um schließlich an einer Stelle, der ultravioletten Grenze, aufeinanderzufallen. Diese Grenzwellenlänge ergab sich für Helium zu 470 bis 420 (und zwar wahrscheinlich nahe 420), für Wasserstoff zu 830 bis 950 (wahrscheinlich nahe 900) und für Quecksilberdampf zu 1000 bis 1200 Å. E. Diese Wellenlängen ergaben sich als unabhängig vom Erregungspotential. Nun besteht zwischen der Grenzfrequenz ν und dem Ionisierungspotential V des betreffenden Gases die Quantenbeziehung $e \cdot V = h \cdot \nu$ (e das Elementarquantum). Wählt man für V die aus der Bohrschen Theorie folgenden Werte von 13,6 Volt für Wasserstoff, 29,3 für Helium und 10,5 für Quecksilber, so ergeben sich die Grenzwellenlängen zu 909, 422 und 1180 Å. E., was innerhalb der Fehlergrenzen mit den Beobachtungen übereinstimmt. Experimentell wurden für die Ionisierungspotentiale von Wasserstoff und Helium 10,4 und 20 Volt gefunden, wonach die Grenzen ihrer Spektren bei 1188 und 618 Å. E. liegen müßten, was im Widerspruch zu den obigen Beobachtungen steht. Es scheint demnach, als wenn das Stoßionisierungspotential durch die Absorption der Strahlung verringert wird. B.

Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum (Die Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathodenstrahlen). Die Erzeugung der Röntgenstrahlen in der Lilienfeldröhre hat neben anderen auch den Unterschied gegenüber den Vorgängen in einer gewöhnlichen Röntgenröhre, daß bei ihr die grüne Fluoreszenz der Glaswandung nicht zu beobachten ist. Sie hatte bei den alten Röhren ihren Grund in der aus der Antikathode austretenden sekundären Elektronenstrahlung, die beim Auftreffen die Glaswandung zum Leuchten brachte. Lilienfeld (*Ber. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig* Bd. 69, S. 45,

1917) sucht den Unterschied in dem Verhalten der beiden Röntgenröhrentypen aufzuklären. Er geht von dem Grundgedanken aus, daß die sekundären Elektronen, welche den Antikathodenbrennfleck mit großer Geschwindigkeit verlassen, bei den neuen Röhren infolge eines an der Antikathode herrschenden Potentialgefälles wieder zur Antikathode zurückgelenkt werden und daher gar nicht zur Wirkung auf die Röhrenwandung kommen. Zu dieser Annahme zwingt eine Anzahl von Versuchen an gasfreien Röntgenröhren. Es zeigt sich nämlich, daß die gewöhnliche Glasfluoreszenz auch bei einer Lilienfeldröhre auftritt, aber nur in einem schmalen Ring, der hinter der Antikathode liegt und nur von Elektronen getroffen werden kann, die die Antikathodenoberfläche in einem sehr spitzen Neigungswinkel verlassen haben und von dem elektrischen Potentialgefälle in ihrer Bahn nach hinten umgebogen worden sind. Außer dieser gewöhnlichen Fluoreszenz zeigt die Lilienfeldröhre aber auch in dem vorderen von den Röntgenstrahlen durchdrungenen Glasteil eine schwache Fluoreszenz, die von der Röntgenstrahlung selbst herührt. Die weiteren Versuche hatten den Zweck, nachzuweisen, ob in der Nähe der Antikathode wirklich ein starkes Potentialgefälle vorhanden und welcher Art es ist. Dazu wurde unter anderem eine Röhre benutzt, bei der in unmittelbarer Umgebung der Antikathode eine elektrische Entladung vor sich gehen und dadurch das Potentialgefälle beseitigt werden konnte. Der Versuch erbrachte den Beweis, daß es tatsächlich möglich ist, durch eine solche zusätzliche Leitfähigkeit den die sekundären Elektronen zurückhaltenden, dicht an der Antikathode liegenden Spannungsabfall zu zerstören. Der Spannungsabfall rührt nach Ansicht des Verfassers von einer elektrischen Doppelschicht her, die sich im extremen Vakuum infolge Aufpralls der primären Elektronen vor der Antikathode bildet und die durch sie hindurchfliegenden sekundären Elektronen zurückhält. Es wird aber noch nichts darüber ausgesagt, in welcher Weise sie zustande kommt und wie sie nach Richtung und Lage zur Antikathode beschaffen ist. Die Entscheidung darüber wird späteren Versuchen vorbehalten. Die Arbeit enthält ferner noch die Diskussion einer Lochkameraaufnahme des Antikathodenbrennfleckes, die eigentümliche Figuren zeigt und deren Zustandekommen auf eine Polarisierung der Röntgenstrahlen zurückgeführt wird. Das Auftreten von polarisierten Röntgenstrahlen wird mit dem Vorhandensein der oben erwähnten Doppelschicht in Beziehung gebracht.

P. Lg.

Die selbsthärtende Siederöhre, das Tiefentherapierohr. Die Erzeugung härtester Röntgenstrahlen erfordert eine möglichst hohe Spannung. Die neue Röhre von Wintz (*Münch. Med. Wochenschr.*, 17. Juli 1917) ist eine Röhre der alten Bauart, in der man das Vakuum so einstellt, daß möglichst hohe Spannungen an den Elektroden liegen. Da aber eine solche Röhre im härtesten Stadium sehr bald keinen Strom leitet, schiebt man in die neue Röhre durch ein Palladiumröhren sehr kleine Gasmengen. Das Gas, das beim Stromdurchgang in der Röhre gebunden wird, wird so dauernd ersetzt. Die Schwankungen der Gasmenge in der Röhre lassen sich so klein machen, daß der Betrieb konstant ist. Die Versuche an 22 Röhren hatten gute Ergebnisse. P. Lg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 4.

25. Januar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Oenothera Lamarckiana und die Mutationstheorie.
Von Prof. Dr. O. Renner, München. S. 37.

Vom russischen Winter. Von Dr. B. Brandt,
Belzig i. d. Mark. S. 41.

Besprechungen:

Chvostek, F., Morbus Basedowi und die Hyperthyreosen. Von Leon Asher, Bern. S. 43.

Bauer, Julius, Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten. Von Adolf Lazarus, Berlin-Charlottenburg. S. 44.

Hellpach, Willy, Die geopsychischen Erscheinungen. Von K. Jaspers, Heidelberg. S. 44.

Hase, Albrecht, Die Bettwanze. (Cimex lectularius L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung. Von H. W. Frickhinger, München. S. 45.

Wilhelmi, J., Die gemeine Stechfliege (Wadenstecher). Von H. W. Frickhinger, München. S. 45.

Knauer, Friedrich, Der Zoologische Garten. Von F. Pax, Breslau. S. 45.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Der Wind über und an Gewässern auf freiem Land und im Waldgebiet. S. 46.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Biographisches über Marian v. Smoluchowski. Der Entwicklungsgang des Dibothriocephalus latus. Die herdförmige Verhärtung als Folge einer Spirochäteninfektion. Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung. S. 47—48.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Anthropogenie

oder

Entwicklungsgeschichte des Menschen Keimes- und Stammesgeschichte

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge
von

Professor Dr. **Ernst Haeckel**

Wirklicher Geheimer Rat

Sechste, verbesserte Auflage

I. Teil: Keimesgeschichte oder Ontogenie

II. Teil: Stammesgeschichte oder Phylogenie

Mit 30 Tafeln, 512 Textfiguren und 52 genetischen Tabellen

XXVIII, VIII und 992 S. gr. 8^o.

In Leinen gebunden M. 22.—

Aus den Besprechungen:

„... Auch die neue Auflage wird, wie die vorigen, der entwicklungsgeschichtlichen Forschung das Interesse weiter Kreise und zahlreiche neue begeisterte Jünger gewinnen. ...“

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Ausführliches Verzeichnis der in meinem Verlage
erschienenen 195 Bändchen

Ostwalds Klassiker

der exakten Wissenschaften

erhalten Interessenten auf Verlangen kostenlos zugesandt.

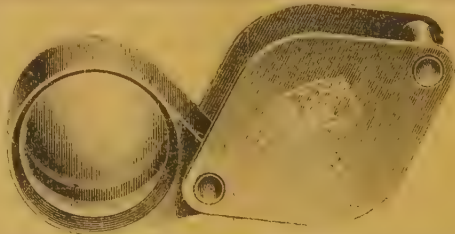
Mein Jubiläumskatalog 1811—1911

mit 12 Tafeln, 10 Faksimilebeilagen und einem Stammbaum (II, 118 u. 447 S. gr. 8^o) nebst Jahresnachträgen 1912—1916 steht gegen Voreinsendung des Paketportos kostenlos zur Verfügung.

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

25. Januar 1918.

Heft 4.

Oenothera Lamarckiana und die Mutationstheorie.

Von Prof. Dr. O. Renner, München.

Seit Prof. Hugo de Vries im Jahre 1886 *Oenothera Lamarckiana* (Lamarcks Nachtkerze) in seinen Versuchsgarten in Amsterdam verpflanzte, hat kein zweites Lebewesen, praktisch wichtige Kulturgewächse und Haustiere höchstens ausgenommen, so viele Vererbungsstudien über sich ergehen lassen müssen wie dieses Kraut. *De Vries* suchte damals planmäßig nach Pflanzen, in deren Nachkommenschaft vom Normaltypus abweichende Formen zum Vorschein kommen sollten, die also die von der Abstammungslehre so stürmisch geforderte und von der Erfahrung so schmerzlich vermißte Veränderlichkeit besäßen, und unter allen geprüften Gewächsen schien *Oenothera Lamarckiana* für weitere Beobachtung weitaus am meisten zu versprechen: sie erzeugte bei Selbstbefruchtung neben den normalen, die Mutterart wiederholenden Individuen in geringer Zahl andere, die der Stammform zum Teil recht unähnlich waren und die ihrerseits bei Selbstbefruchtung sich teils konstant erwiesen wie feste neue Arten, teils selber wieder in ihrer Nachkommenschaft unähnliche Formen abspalteten. Bis zum heutigen Tag haben *de Vries* und eine ganze Anzahl von anderen Forschern diesen Vorgang der Abänderung, der „Mutation“, bei *Oenothera Lamarckiana* Jahr für Jahr an Kulturen von Tausenden von Individuen studiert und eine große Zahl von abgeänderten Formen, von „Mutanten“, erkannt und beschrieben, die wie ein Schwarm von in der Ähnlichkeit teils weiter, teils weniger entfernten neuen Arten sich um die gemeinsame Stammutter scharen. Auch Kreuzungen der *O. Lamarckiana* mit gewissen von ihren eigenen Abkömmlingen und mit anderen verwandten Arten lieferten Ergebnisse, die den im Jahre 1900 gleichzeitig von *de Vries*, von *Correns* und von *Tschermak* wieder entdeckten, nach ihrem ersten Entdecker *Mendel* benannten Vererbungsgesetzen sich nicht fügten und die von *de Vries* mit dem „mutablen“ Zustand der betreffenden Formen in Zusammenhang gebracht wurden. So wurde *O. Lamarckiana* der stärkste Pfeiler in dem kunstvollen Gebäude der *Mutationstheorie* von *de Vries*¹⁾, der Theorie, nach der die Veränderung der Lebewesen im Sinne der Bildung neuer Arten sprunghaft vor sich geht, nicht, wie *Darwin* und vor allem seine Nachfolger angenommen haben, durch schrittweise

Steigerung erst leichter und allmählich immer stärker ausgeprägter Abweichungen zustande kommt.

Einwände.

Die empirischen Befunde von *de Vries* hat jeder Nachuntersucher bestätigen können, aber gegen seine Deutung hat sich bald vielfacher Widerspruch erhoben. Die Entstehung der „Mutanten“ aus *O. Lamarckiana* brauchte nicht notwendig aus einer spontanen Veränderung des Bestandes an Erbanlagen (Erbfaktoren, Genen) erklärt zu werden, sie konnte, wenigstens in den größten Zügen, auch unter der Annahme verstanden werden, daß die Art im Sinn der Mendelschen Vererbungstheorie *unrein*, daß sie eine in vielen Erbanlagen hybride, heterozygotische Sippe, kurz daß sie ein Bastard, ein Mischling sei; die „Mutanten“ wären dann als Formen anzusehen, die aus einem mendelnden Bastard herauspalten, durch Neukombination der Erbfaktoren entstehen. Die meisten Kritiker haben sich mit mehr oder weniger unbestimmten Hinweisen und Vergleichen begnügt, nur der Schwede *Heribert Nilsson* hat auf Grund ausgedehnter Züchtungen recht gefährliche Angriffe gegen die Hypothese von *de Vries* geführt. Im einzelnen waren freilich die fraglichen Vererbungsbesonderheiten mit dem Verhalten der spaltenden Mischlinge nur mit Hilfe eines ganzen Systems von Behelfsannahmen in annähernde Übereinstimmung zu bringen, und gewissen Erscheinungen gegenüber schienen alle auf mendelistischem Grund ruhenden Deutungsversuche ganz zu versagen. So hat *de Vries* bis in die neueste Zeit die Gefolgschaft mehrerer mit den *Oenotheren* sehr wohl vertrauter Züchter, wie *Gates*, *Stomps*, *Bartlett*, gefunden, die zwischen der „Mutabilität“ der *O. Lamarckiana* und dem Verhalten der mendelnden, spaltenden Bastarde streng unterscheiden zu müssen glauben.

Geschichtliches.

Für die Verfechter der Bastardnatur der *O. Lamarckiana* war eine starke Stütze die Erfahrung, daß die Art in ursprünglich wildem Zustand nirgends hat gefunden werden können. Sie kommt nur als Gartengewächs und gelegentlich verwildert, so vor allem in England, vor. Sorgfältige historische Nachforschungen haben ergeben, daß sie zweifellos ums Jahr 1850 von einer Londoner Handelsgärtnerei verkauft wurde. *De Vries* glaubt, ihre Spur in den Pariser Herbarien bis kurz vor 1800 zurückverfolgen zu können, während *Davis* die Identität der alten, von *Lamarck* und anderen französischen Botanikern gesammelten Exemplare mit unserer

¹⁾ Vgl. einen Aufsatz von *de Vries* selbst, diese Zeitschrift, 4. Jahrg., 1916. S. 593.

jetzigen *O. Lamarckiana* bestreitet. Seit wann die Art in Europa wohnt, ist aber wohl weniger wichtig als die Frage, ob sie in dem Zustand, in dem wir sie jetzt kennen, aus Nordamerika, der Heimat aller *Oenotheren*, eingeführt worden oder ob sie erst bei uns entstanden ist. Auf den ersten Blick scheint die bestimmte Versicherung der amerikanischen Botaniker, sie sei in Amerika nicht vorhanden, die Frage ohne weiteres zu entscheiden. Aber bei den übrigen in Europa vollkommen eingebürgerten *Oenothera*-arten stehen wir vor derselben paradoxen Erfahrung, daß sie zweifellos aus Nordamerika stammen und doch trotz allen Bemühungen unter den zahlreichen dort jetzt wild anzutreffenden ähnlichen Arten bisher nirgends entdeckt worden sind. Das gilt für *O. biennis* L., die auch bei uns in Deutschland ein gewöhnliches, stattdes Unkraut an Bahndämmen, in Kiesgruben und auf Sandfeldern ist, für die seltenere, unscheinbarere *O. muricata* L., und für die im westlichen Frankreich und auf der spanischen Halbinsel eingesessene großblütige *O. suaveolens* Desf. Daß keine unserer Arten sich in dem Zustand erhalten haben soll, in dem sie über das Meer kam, sieht ja nicht gerade sehr wahrscheinlich aus, doch müssen wir jedenfalls mit der Möglichkeit rechnen, daß sie samt und sonders erst bei uns, etwa durch Kreuzung zwischen den ursprünglichen Einwanderern, entstanden sind und sich auf Kosten der Stammformen breit gemacht haben. An der Zeit für solche Vorgänge fehlt es nicht, denn die ersten *Oenotheren* sind in Europa schon im 17. Jahrhundert aufgetaucht.

Alle diese historischen Probleme, so interessant sie an und für sich, vor allem für den Pflanzengeographen, sein mögen, sind erstens in exaktem Sinn überhaupt nicht lösbar und zweitens für unseren Gegenstand von unwesentlicher Bedeutung. Wenn wir sicher nachweisen können, daß *O. Lamarckiana* und die verwandten, ebenfalls „mutablen“ Arten heterozygotisch sind, den Charakter von Bastarden haben, so genügt uns das vollauf. Wo und wann sie heterozygotisch geworden sind, brauchen wir nicht zu wissen.

Komplexheterozygotie.

Nun hat *de Vries* selber für *O. biennis* und *muricata* den Nachweis erbracht, daß sie Heterozygoten sind, freilich von sehr ungewöhnlicher Art. Halten wir uns an *O. muricata*. Sie hat selber überhängende Sproßgipfel und gibt mit geradstengeligen Arten, etwa mit der wahrscheinlich artreinen, homozygotischen *O. Hookeri* gekreuzt einen Bastard mit nickenden Stengelspitzen nur dann, wenn *O. muricata* den Pollen und die andere Art die Eizellen beisteuert. Kreuzt man die beiden Arten in umgekehrtem Sinn, stellt also *O. muricata* ♀ (weiblich) × *Hookeri* ♂ (männlich) her — man kann dazu dieselben Individuen verwenden wie zu der reziproken Kreuzung, denn die *Oenotheren* haben Zwi-

terblüten und blühen reich —, so erhält man einen ganz anderen, steif aufrecht wachsenden Bastard. Ebenso verhält sich *O. muricata* in allen anderen Kreuzungen, die *de Vries* in großer Zahl ausgeführt hat: im Pollen wird ein Komplex von Erbanlagen übermittelt, der von dem in den Eizellen vererbten weit verschieden ist. *De Vries* hat solche Arten, zu denen auch *O. biennis* und *suaveolens* gehören, *heterogam* genannt im Gegensatz zu den normalen, *isogamen*, deren Keimzellen in beiden Geschlechtern nach ihrem Erbgut gleich beschaffen sind. Die Heterogamie wird mendelistisch einigermaßen verständlich, wenn wir uns mit *de Vries* vorstellen, daß in den Samenanlagen wie in den Pollenkörnern zweierlei Keimzellen, a und b, gebildet werden, daß aber in den Samenanlagen a funktionsfähig ist und b zugrunde geht, und im Pollen umgekehrt a beseitigt wird und b aktiv bleibt. Tatsächlich zeichnen die heterogamen Arten sich dadurch aus, daß ihre Samenanlagen und Pollenkörner etwa zur Hälfte sich schlecht entwickeln und dann vollkommen untüchtig sind. Die Zahl der Merkmale, in denen das „Eizellenbild“ der *O. muricata* und der *O. biennis* sich von dem „Pollenbild“ unterscheidet, ist beträchtlich, und es ist nicht anzunehmen, daß alle diese Unterschiede auf einem einzigen Erbfaktor beruhen, der etwa in den aktiven Eizellen vorhanden wäre und in den aktiven Pollenzellen fehlen würde. Wir müssen uns vielmehr vorstellen, daß die *Erbanlagenkomplexe* a und b in sich fest zusammenhängen, daß ihre Einzelfaktoren jeweils miteinander fest verkoppelt sind, so daß bei der Keimzellenbildung immer nur die beiden Komplexe a und b, säuberlich voneinander geschieden, ohne Faktoren untereinander auszutauschen, in die Erscheinung treten. Solche Formen können, von der Heterogamie ganz abgesehen, als *komplexhybrid* oder *komplexheterozygotisch* bezeichnet werden.

O. Lamarckiana zeigt nun bei Kreuzung Merkwürdigkeiten, die bis zu einem gewissen Grad an die bei *O. muricata* und *biennis* beobachteten erinnern. Wird nämlich *O. muricata* oder *O. biennis* mit dem Pollen der *O. Lamarckiana* bestäubt, so entstehen in der ersten Generation zwei weit verschiedene Mischlingstypen in etwa gleicher Zahl, die „*Zwillingsbastarde*“ *laeta* und *velutina*, wie *de Vries* sie genannt hat. Auch als Mutter kann *O. Lamarckiana* Zwillinge liefern; denn wird sie mit dem Pollen gewisser Arten belegt, so ist die Nachkommenschaft wieder zweiförmig. Was liegt näher, als anzunehmen, daß auch *O. Lamarckiana* zweierlei Keimzellen erzeugt, die aber in beiden Geschlechtern *beide* funktionsfähig sind. Diese einfache Mendelsche Deutung glaubte *de Vries* jedoch ablehnen zu müssen, weil nicht in allen Kreuzungen der *O. Lamarckiana* Zwillinge auftreten. Z. B. liefern die Verbindungen *O. Lamarckiana* ♀ × *biennis* ♂ und × *muricata* ♂ je nur eine Bastardform, die natürlich, wegen der

Heterogamie der beiden hier als Männchen verwendeten Arten, weder mit der *laeta* noch mit der *velutina* aus der reziproken Kreuzung identisch ist. *De Vries* kam so zu dem Schluß: *O. Lamarckiana* ist in Kreuzungen passiv spaltbar, aber damit die Spaltung Ereignis wird, muß die zur Kreuzung verwendete Art ein aktives Spaltungsvermögen besitzen; die Spaltbarkeit der *O. Lamarckiana* ist ein Ausdruck ihrer Mutabilität und beruht auf einem „labilen“ Zustand ihrer Erbanlagen, der eben die sämtlichen Formen der Mutation bedingt.

Taube Bastardsamen.

Eine Zufallsentdeckung, die der Schreiber dieser Zeilen bei einer embryologischen Untersuchung machte, hat hier Klarheit gebracht. Wird eine von Venedig stammende Rasse der *O. muricata* mit dem Pollen von *O. biennis* bestäubt, so entwickeln sich die Bastardfrüchte und -samen anscheinend ganz gut, aber die Samen enthalten nie einen keimfähigen Embryo. Die Befruchtung und die ersten Teilungen der Eizelle verlaufen ganz nach der Regel, doch nach wenigen Teilungen steht die Zellvermehrung still, die Zellen des Embryo und ihre Kerne vergrößern sich bedeutend, und so stellt der ausgewachsene Embryo einen winzigen, wenige Zellen starken, sehr bald absterbenden Körper dar, statt, wie in gesunden reifen Samen, ein zweiblättriges auf die Keimung begieriges Pflänzchen mit vielen Tausenden von Zellen. Auch das Nährgewebe des Samens, das Endosperm, das wie der Embryo einem Befruchtungsvorgang seine Entstehung verdankt, besteht, wenn es seine Entwicklung abschließt, aus wenigen riesenhaft vergrößerten Zellkernen im Plasma der Embryosackzelle. Die Keimzellen der beiden Arten vertragen sich also nicht miteinander, wie es oft bei Kreuzung von Arten, die nicht sehr nahe verwandt sind, vorkommt. Verwunderlich sind solche Störungen bei dem Zusammenleben artverschiedener Zellkerne in einer und derselben Zelle nicht, wenn wir uns an die Revolutionen erinnern, die nach den Ergebnissen der Immunitätsforschung schon die Einverleibung von artfremdem Eiweiß in die Blutbahn eines Tieres hervorruft.

Bei der Befruchtung der *O. Lamarckiana* durch den Pollen von *O. biennis* entwickelt sich die Hälfte der befruchteten Samenanlagen zu keimfähigen Samen, aus denen die bekannte einzige Bastardform — sie ist *fallax* genannt worden — hervorgeht, die andere Hälfte der Samenanlagen zeigt nach der Befruchtung im Embryo und im Endosperm genau dieselben Störungen, wie wir sie bei der Kreuzung *O. muricata* \times *biennis* kennen gelernt haben. In der reifen Frucht sind deshalb die Samen zur Hälfte klein und verschrumpft und enthalten einen winzigen, nur mikroskopisch wahrnehmbaren Embryo. Die früh gehemmten Embryonen stellen augenscheinlich den zu *fallax*

gehörigen, nicht lebensfähigen Zwilling dar. Bei der Kreuzung mit *O. muricata* ist die Zwillingsbildung noch leichter festzustellen: alle Samen in den Lamarckianakapseln sind nach Befruchtung durch *muricata*-Pollen groß und keimfähig, aber nur die Hälfte der Keimlinge ergrünt und wächst zu der blühbaren Form *gracilis* heran, die andere Hälfte geht nach Entfaltung der rein weiß bleibenden Keimblätter, wenige Tage nach der Keimung, zugrunde. Dieses Prinzip ist in allen geprüften Fällen bestätigt worden: wenn alle Samen der *O. Lamarckiana* nach Kreuzung mit einer anderen Art keimfähig sind, gehen aus ihnen mindestens zwei Bastardformen hervor, die aber nicht beide lebensfähig zu sein brauchen; liefert eine Kreuzung der *O. Lamarckiana* ♀ aber nur einen einzigen keimfähigen Bastard, so sind die Samen zu etwa 50 % taub. Wir wissen also jetzt: *O. Lamarckiana* ist in beiden Geschlechtern nicht bloß potentiell spaltbar, sondern sie wird bei jeder Kreuzung tatsächlich in zwei Bastardformen gespalten. Dieses Verhalten ist nur möglich, wenn sie immer zwei Klassen von Keimzellen in jedem Geschlecht erzeugt.

Lebensunfähige Homozygoten.

Wie kommt es nun aber, daß *O. Lamarckiana* bei Selbstbefruchtung nur sich selber hervorbringt, von den Mutanten vorläufig abgesehen? Nennen wir die *velutina* erzeugenden Keimzellen bzw. den in ihnen verkörperten Anlagenkomplex *velans*, die *laeta* erzeugenden *gaudens*, so ist *O. Lamarckiana* durch die Konstitutionsformel *velans* ♀ ♂ *gaudens* ♀ ♂ darzustellen; die Geschlechtszeichen deuten an, daß beide Komplexe in beiden Geschlechtern, also in den Samenanlagen wie im Pollen aktiv sind. Bei Selbstbestäubung müssen nach den Mendelschen Gesetzen neben 50 % heterozygotischer *Lamarckiana* auch 50 % Homozygoten entstehen, nämlich 25 % *velans. velans* und 25 % *gaudens. gaudens*. Diese Homozygoten brauchen aber nicht lebensfähig zu sein, sie können früh ausgemerzt werden, wie der Zwillingsbruder von *O. (Lam. \times biennis) fallax*. Tatsächlich erzeugt *O. Lamarckiana* bei Selbstbefruchtung immer mindestens zur Hälfte taube Samen mit winzigen Embryonen, in denen wir mit aller Sicherheit die beiderlei homozygotischen Kombinationen sehen dürfen. Daß die lebensunfähigen Formen in diesem Fall Homozygoten sind, nicht Heterozygoten, wie in den zuerst geschilderten Fällen, das wird durch eine Entdeckung von *Heribert-Nilsson* ins rechte Licht gerückt. Es gibt Stämme von *O. Lamarckiana*, die rote Blattnerven haben, statt weißer bzw. farbloser, wie die gewöhnlich kultivierte Rasse. Die rotnervigen Individuen erzeugen bei Selbstbestäubung immer neben rotnervigen Nachkommen auch weißnervige; konstant rotnervige Stämme gibt es nicht, während die Weißnerven nie Rotnerven abspalten. Die mit dem Rotnervenfaktor ausgestatteten Individuen sind demnach in bezug auf

diesen Faktor immer heterozygotisch. Eine Zygote, die den Rotnervenfaktor doppelt, in homozygotischer Verwirklichung enthält, ist zum frühzeitigen Absterben verurteilt, auch wenn sie in bezug auf die großen Anlagenkomplexe heterozygotisch ist. Das kommt darin zum Ausdruck, daß die Rotnerven mehr taube Samen hervorbringen als die Weißnerven. Wenn wir nach der üblichen Formelsprache die Anlage für Rotnervigkeit mit *R*, die für Weiß- oder Nichtrotnervigkeit mit *r* bezeichnen, so sind lebensfähig die Kombinationen *R*-velans, *r*-gaudens, *r*-velans, *R*-gaudens, *r*-velans, *r*-gaudens, aber nicht *R*-velans, *R*-gaudens. Wie wir uns die Störung der Entwicklung durch das doppelte Vorhandensein des *R*-Faktors zu denken haben, ist vorläufig unbekannt. Aber halten wir uns an die unbezweifelbare Tatsache, und wir kommen zu dem Schluß: wenn unter Umständen die homozygotische Anwesenheit eines einzigen, ganz harmlos erscheinenden Erbfaktors genügt, um der Zygote die Lebensfähigkeit zu nehmen, so kann noch viel eher die Homozygotie in bezug auf die großen antagonistischen Faktorenkomplexe, die in der *O. Lamarckiana* stecken, imstande sein, die Entwicklungsfähigkeit aufzuheben; in einem solchen Komplex kann ja ganz wohl ein ähnlich wirkender, bei homozygotischer Anwesenheit „letal“ Faktor enthalten sein.

Teilweise, typenauslesende Sterilität, und zwar Untauglichkeit entweder der Zygoten oder schon der Keimzellen, ist es also, was die Vererbungserscheinungen der *Oenotheren* so lange verdunkelt und Abweichungen von den Mendelschen Gesetzen vorgetäuscht hat. Die meisten genauer studierten *Oenotheraspezies* sind Bastardarten, die sich dadurch dauernd in heterozygotischem Zustand halten, daß Homozygoten nicht zur Entwicklung kommen. Der ursprünglichere Typus liegt wohl in der isogam-heterozygotischen *O. Lamarckiana* vor, bei der die Homozygoten sich wohl noch bilden, aber früh absterben. Davon abgeleitet dürfte das Verhalten der heterogamen Formen sein, bei denen infolge einer Art von geschlechtsbegrenzter Vererbung schon durch Ausmerzung von Keimzellen verhindert wird, daß Homozygoten überhaupt im Befruchtungsvorgang zustande kommen, und die dementsprechend nur wenige taube, wohl zufällig verhungernde, nicht genotypisch gestörte Samen erzeugen.

Komplexanalyse.

Die skizzierte Deutung der Zwillingsbastardbildung und der tauben Samen von *O. Lamarckiana* hat vor kurzem auch *de Vries* angenommen; Heterozygotie (wenn er es auch anders nennt) und nicht labiler Zustand der Faktoren ist die Ursache. Was das primäre Zustandekommen dieser Heterozygotie betrifft, so hält er noch an der Annahme einer Mutation fest: der velans-Komplex soll spontan aus gaudens hervorgegangen sein. Um einen Begriff von der Verschiedenheit der

beiden Erbkomplexe zu geben, möchte ich die wichtigsten unterscheidenden Charaktere aufzählen, die sich durch Vergleichung der zusammengehörenden Zwillingsbastarde ermitteln lassen. Der Komplex velans vererbt: niedrigen Wuchs, zylindrische, brüchige Stengel, schmale dunkelgrüne Blätter, zurückgebogene rinnige Blütendeckblätter, dichte weiche Behaarung, dicke Blütenknospen, dicke Früchte, pollenreiche Staubbeutel, dunkelgelbe Blumenkronen, rotes Anthokyan an den Blütenkelchen, an den Früchten, in den als feine rote Tupfen erscheinenden Höckerchen am Grund der stärkeren Stengel- und Fruchtknotenhaare. Der Komplex gaudens vererbt: hohen Wuchs, kantige zähe Stengel, breite hellgrüne Blätter, aufgerichtete flache Blütendeckblätter, spärliche grobe Behaarung, schlanke Früchte, pollenarme Staubbeutel, blaßgelbe Blumenkronen, kein Anthokyan in allen Teilen. Angesichts derartiger Unterschiede zwischen den antagonistischen Bestandteilen der *O. Lamarckiana* dürfte dem unbefangenen Beurteiler die Entscheidung zwischen der Annahme einer Mutation und der einer Entstehung durch Artkreuzung nicht schwer fallen.

Der Eizellenkomplex der *O. muricata* ist rigens benannt worden, weil er straff aufrechten Stengelwuchs vererbt, der Pollenkomplex curvans, weil er in allen Kreuzungen die dominanten nickenden Stengelspitzen überträgt. Wir können jetzt noch hinzufügen, daß bei der venezianischen Rasse nur dem Komplex rigens die roten Blattnerven und die rote Punktierung der Stengel und Fruchtknoten zukommen. Für *O. biennis* ist umgekehrt ermittelt worden, daß die Rotnervigkeit hier dem Pollenkomplex angehört; dieser hat deswegen den Namen rubens erhalten, und entsprechend der Eizellenkomplex, weil ihm der Rotnervenfaktor abgeht, die Bezeichnung albicans. Bedeutsam ist, daß bei der in München kultivierten biennis-Rasse auch ein kleiner Teil der aktiven Samenanlagen den Komplex rubens statt albicans besitzt. Rubens verhält sich also isogam, während albicans streng heterogam, auf die Eizellen beschränkt ist. Die Rasse als solche können wir halb heterogam nennen; sie stellt ein Bindeglied zwischen dem ganz heterogamen Typus der *O. muricata* und dem isogamen der *O. Lamarckiana* dar.

Die vierte europäische Art, *O. suaveolens*, hat den gleichen Eizellenkomplex albicans und einen wieder isogamen Komplex flavens (er vererbt oft mangelhafte Chlorophyllbildung) im Pollen und in einem Teil der Eizellen. Mit den Formeln:

O. Lamarckiana = velans ♀ ♂ gaudens ♀ ♂

biennis = albicans ♀ ♂ rubens ♀ ♂

suaveolens = albicans ♀ ♂ flavens ♀ ♂

muricata = rigens ♀ ♂ curvans ♂

läßt sich jetzt nach Mendelschem Schema arbeiten wie mit den üblichen Buchstabenformeln, die Einzelfaktoren andeuten. Sobald dann bei einer Kreuzung ein normal mendelnder Einzelfaktor auftritt, der zwischen den Komplexen ausgetauscht

wird, kann das Buchstabensymbol für den betr. Faktor mit dem Symbol für den übrigen, vorläufig nicht weiter zu analysierenden Anlagenkomplex verbunden werden, wie es oben für den Botervenfaktor der *O. Lamarckiana* geschehen ist.

Aus den Formeln ist nun abzulesen, daß die Mehrförmigkeit der *Oenotherenbastarde* in der ersten Generation, wodurch sich diese Kreuzungen von den Bastarden zwischen normalen, homozygotischen Arten unterscheiden, eigentlich in der Regel zu erwarten ist. Zwei *Oenothera*-Arten sollten bei Kreuzung in der ersten Generation vier verschiedene Formen liefern, wenn sie sich in beiden Komplexen unterscheiden. Dieser Fall ist verwirklicht in der Kreuzung *O. suaveolens* ♀ × *Lamarckiana* ♂, wo tatsächlich Vierlinge auftreten, zwei *laeta*- und zwei *velutina*-Formen. Die Normal- und Höchstzahl kann vermindert werden durch Lebensunfähigkeit der einen oder der anderen zygotischen Kombination; das gilt für die Kreuzung *O. biennis*-München ♀ × *Lamarckiana* ♂, in der Drillinge, nämlich *laeta* = *albicans*. *gaudens*, *velutina* = *albicans*. *velans*, und *fallax* = *rubens*. *velans* erscheinen; die vierte Form *rubens*. *gaudens* ist uns in Form tauber Samen schon früher aus der reziproken Kreuzung, also genauer als *gaudens*. *rubens*, bekannt geworden. Daß die lebensfähige Form *fallax* wirklich die *velans*-Verbindung ist, läßt sich aus verschiedenen mit *velutina* übereinstimmenden Charakteren erkennen. Zweiförmig ist die erste Generation, wenn eine heterogame Art mit einer isogamen gekreuzt wird und beide gebildeten Kombinationen lebensfähig sind. Das ist der Fall z. B. bei *O. muricata* ♀ × *Lamarckiana* ♂ und bei *O. Lamarckiana* ♀ × *suaveolens* ♂. Einförmig scheint sie, wenn von den beiden möglichen Kombinationen die eine früh stirbt, wie wir es von *O. Lamarckiana* ♀ × *biennis* ♂ und × *muricata* ♂ kennen. Einförmig muß die erste Bastardgeneration auch sein, wenn zwei heterogame Arten miteinander gekreuzt werden, z. B. *O. muricata* ♀ × *biennis* ♂. Dafür sind die reziproken Bastarde dann notwendig verschieden; sie stellen sozusagen den Rest von vier denkbaren Kombinationen dar. Werden dagegen zwei isogame Komplexe in reziproken Kreuzungen verbunden, so ist das Ergebnis mindestens annähernd identisch; z. B. ist die *fallax*, die aus der Kreuzung *O. Lamarckiana* ♀ × *biennis* ♂ gewonnen ist, von der durch die Kreuzung *O. biennis* ♀ × *Lamarckiana* ♂ hergestellten in keinerlei Hinsicht verschieden.

Die in den vier Arten vorkommenden Anlagenkomplexe sind voneinander alle in ihrem Anlagenbestand beträchtlich verschieden, bis auf *gaudens* und *rubens*, die große Ähnlichkeit miteinander haben. Neben *gaudens* enthält die *O. Lamarckiana* dann noch den Komplex *velans*, der u. a. schmale Blätter und getupfte Stengel vererbt. Mit diesem Ergebnis der Analyse stimmt das Resultat der von Davis ausgeführten Ver-

suche, die *O. Lamarckiana* durch Synthese zu gewinnen, sehr gut überein. Er erhielt nämlich eine sehr *Lamarckiana*-ähnliche Bastardform, als er eine großblütige, schmalblättrige, am Stengel rot getupfte Art, *O. Franciscana* Bartl., mit dem Pollen von *O. biennis* befruchtete.

(Schluß folgt.)

Vom russischen Winter.

Von Dr. B. Brandt, Belzig i. d. Mark.

Im Hefte 21 des fünften Jahrganges dieser Zeitschrift habe ich die *Rasputiza*, die der Schneeschmelze folgende Morastbildung als Begleiter des normalen russischen Winters beschrieben. Nunmehr sollen einige ungewöhnliche Beobachtungen aus den beiden letzten Wintern mitgeteilt werden. Bei der ersten Gruppe handelt es sich um Erscheinungen eines untypischen Winterverlaufes: bei der zweiten um das scheinbar paradoxe trotz strengster Kälte mangelhafte Gefrieren von Gewässern.

I. Die erste Hälfte des Winters 1915/16 entsprach vollkommen der kontinentalen Lage Westrußlands. Anfang Oktober begann er mit sehr starken Frösten, um die Mitte des Monats traten die ersten mächtigeren Schneefälle ein, Ende Oktober war eine dichte Schneedecke überall ausgebildet. Ende Dezember herrschten östliche Schneestürme mit sehr tiefen Temperaturen. Nun aber wurde der regelrechte Verlauf durch eine Tauwetterperiode unterbrochen, welche Anfang Januar einsetzte, eine Woche lang anhielt und dann wieder der normalen Witterung wich. Der Ort der im Folgenden angeführten Beobachtungen ist das weite von der Memel, der (sog. kleinen) Beresina¹⁾ und vom Serwetsch durchflossene Alluvialbecken mit seinen diluvialen Hochflächenrändern. Unter den Randtälern findet sich eine Anzahl trockener Schluchten von einer Tiefe und Steilheit, wie sie im gleichen Boden Norddeutschlands nur selten beobachtet wird.

Ende Dezember war das Beresinabecken, soweit es waldfrei ist, von einer ausgedehnten Eisfläche bedeckt, die sich auch auf die unteren Talabschnitte erstreckte und über die Sohlen mancher Schluchten ausbreitete. Becken und Täler waren also vor der Eisbildung überschwemmt worden, vermutlich, weil diese in ihrem Beginne die seichten rasch zufrierenden Gerinne verstopft oder eingengt und so eine Stauung im aufwärts gelegenen Gebiete verursacht hatte. Die infolge des Tauens freiwerdenden Schmelzwässer ließen die Wasserläufe stark anschwellen und erfüllten die Schluchten vorübergehend mit brausenden, kräftig erodierenden Wildbächen. Das Eis barst, wurde in Schollen abwärts geführt und am Talausgange in mächtigem Damme abgesetzt. Über der unzer-

¹⁾ Beresina heißt Birkenfluß; die kleine Beresina mündet in die Memel, die später erwähnte bekanntere (große) Beresina in den Dniepr.

störten Eisdecke des Beckens stiegen die Schmelzwasser zu neuer Überschwemmung an. Der aufgetaute Boden der Hochfläche wurde morastig, an den aufgeweichten Gehängen stellten sich Abbrüche und Erdfließbewegungen ein. Die Verwüstungen waren beträchtlich: Mehrere Brücken wurden zerstört, Mühlstauwerke beschädigt, Wege und Straßen zerspült oder von Eisschollen versperrt, Schützengräben am Hange verstürzt und wurden zu Bachbetten, die in der Niederung tiefen buchstäblich bis zum Rande voll. Die Einwohner waren über diese Ereignisse nicht minder überrascht als wir und gaben an, daß sie ungewöhnlich und selten seien. Von der gewöhnlichen periodischen Rasputiza am Ende des Winters unterscheidet sich diese unperiodische durch plötzliches Einsetzen und Abbrechen des Verlaufes, durch einen sehr akuten Charakter und eine ganz besonders lästige Hemmung des Verkehrs.

Die außergewöhnliche Wetterlage im Januar 1916 war von besonders großem Interesse deshalb, weil sie uns eine Vorstellung von dem berüchtigten Winter des Jahres 1812 gab. Damals trat nämlich die gleiche Witterung gerade zu der Zeit ein, als Napoleon auf seinem Rückmarsch von Moskau vor den beiden größten natürlichen Hindernissen stand, vor den Übergängen über Dniepr und Beretina. Nach vorausgegangener gewöhnlicher Winterkälte begannen am 17. November laue Südwestwinde zu wehen. Ihnen folgte Regen und Tauwetter, das bis zum 27. November anhielt. Dann setzte wieder Kälte ein. Der Übergang über den Dniepr erfolgte am 19. und 20., der über die Beresina vom 27. bis zum 29. November. Das Bersten der Eisdecke machte den Brückenschlag nötig, Hochwasser und Eisgang gestalteten ihn schwierig und verursachten den Bruch der einen Brücke. Der Morast der Wege hatte Stockungen und Verzögerungen zur Folge und der aufgeweichte schlüpfrige Boden der Steilhänge ließ viele Menschen abrutschen und im Flusse umkommen. Eine außergewöhnliche Rasputiza wurde dem französischen Heere zum Verhängnis. Wäre im Januar 1916 ein Übergang über Memel und Serwetsch nötig gewesen, so würden wir den gleichen Schwierigkeiten gegenübergestanden haben.

II. Der Winter 1916/17 war im Gegensatz zu seinem Vorgänger russisch streng. Im Tale des oberen Serwetsch hielt sich die Temperatur dauernd unter, wochenlang tief unter 0°. Die niedrigste beobachtete Luftwärme betrug -38°C . Trotz der sehr großen Kälte im Januar und Februar war der Serwetsch innerhalb einer etwa 4 km langen Strecke beständig offen oder doch nur von einer ganz dünnen, immer wieder schwindenden Eisschicht bedeckt. Er erhielt Zufluß durch eine Anzahl in verschiedener Höhe des Gehänges austretender Quellen. Die eine, welche in verhältnismäßig geringem Abstände von der Hochfläche lag, zeigte $+3,7^{\circ}\text{C}$ bei einer Luft-

temperatur von $-13,7^{\circ}\text{C}$. Ihre Wassermenge war nur gering und stieg erst mit einsetzendem Frühjahrstauwetter um ein Vielfaches. Das Wasser einer anderen Quelle war nur wenig wärmer als 0°; es gefror bald nach dem Austritt und baute allmählich einen flachen, aus feinen Eilagen bestehenden, an einen Sinterkegel erinnernden Schild von vielen Quadratmetern Ausdehnung auf. Eine dritte, sehr kräftige Quelle, die Szwjatinaquelle, die im Sommer wegen ihres sehr kühlen Wassers geschätzt war, wies im Februar bei $-6,2^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur eine Wärme von $+7,5^{\circ}\text{C}$ auf. Der Mühlteich, zu dem ihr Abfluß angestaut war, brachte es niemals über eine beginnende randliche Eisdecke. Sein Wasser zeigte $+6,2^{\circ}\text{C}$ bei einer Lufttemperatur von $-6,0^{\circ}\text{C}$; denselben Wert erreichte auch der abfließende Mühlbach. Der Austritt des Quellwassers lag rund 25 m unterhalb der Hochfläche. Die Analyse des Quellwassers ergab nur Spuren der gewöhnlichen mineralischen Beimengungen; die Temperatur entsprach der mittleren Jahrestemperatur dieser Gegend. Daraus folgt, daß die verhältnismäßige Wärme der Quelle nur auf der tiefen Lage des Quellhorizontes unterhalb der Zone schwankender Bodenwärme beruht. Die anderen 0° weniger überschreitenden Quellen entsprangen dagegen einem höheren Quellhorizonte, der zwar unterhalb der Frostzone, doch noch innerhalb der Zone schwankender Bodentemperatur lag. Die Szwjatinaquelle war es, die in erster Linie den Serwetsch offenhielt und die eine fast beständige Nebelbildung innerhalb der nächstfolgenden Flußstrecke hervorrief. Nächste der tiefen Lage war der Wasserreichtum des Quellhorizontes bei der Szwjatinaquelle von Wesentlichkeit für die Hintanhaltung der Eisdecke. Da im westrussischen Landrücken die Täler überwiegend tief eingeschnitten sind, ist das Vorkommen tiefliegender Quellhorizonte und entsprechender Quellen weitverbreitet und wahrscheinlich die Ursache des mangelhaften Zufrierens auch anderer Flüsse. Auch die wiederholt vorkommende Ortsbezeichnung Tjopliwoda = Warmwasser gründet sich vermutlich auf solche scheinbar warmen Quellen.

Unter den stehenden Gewässern sind es in erster Linie die Moore, welche nur unvollkommen gefrieren. Auf Grund längerer Beobachtungen hat Leitner (In den Rokitnosümpfen. Kriegserfahrungen eines Geographen, 1917) ein mangelhaftes Zufrieren der Pripetsümpfe ganz allgemein angenommen und auf die Sumpfgasentwicklung zurückgeführt. Außerhalb der sumpfigen Niederungen sind stehende Gewässer selten. Der einzige größere Hochflächensee im westrussischen Landrücken ist der Osero Swites, ein kreisförmiges Becken von etwa 1,5 km Durchmesser, welcher den höchsten Teil einer ausgedehnten Bodenerhebung einnimmt, überwiegend ganz flache Ufer hat und oberflächlich weder einen Zu- noch einen Abfluß besitzt. Der Grund ist, soweit sichtbar, mit wei-

Dem Sande bedeckt und sehr arm an Wasserpflanzen. Eine Vermoorung und Verlandung des Sees ist nicht im Gange. Die strenge Kälte im Januar schien eine günstige Gelegenheit zu bieten, Löcher profilweis in die Eisdecke zu schlagen und den See abzuloten. Am Tage des ersten Versuches betrug die Lufttemperatur $-19,5^{\circ}\text{C}$. Der See war vollständig zugefroren und von einer 10 cm dicken frischen Schneeschicht bedeckt. Die erste Lotung wurde in einem Abstände von 200 m vom Strande vorgenommen. Die Eisdecke ließ sich mit geringer Mühe durchschlagen; sie war 18 cm dick und hatte eine morsche, brüchige Beschaffenheit. Die Temperatur des Wassers unter dem Eise betrug $+0,6^{\circ}\text{C}$, die Lotung ergab 3 m Tiefe. Da während der Messungen die Eisdecke große Sprünge bekam, wurde von weiteren Lotungen nach der Mitte zu Abstand genommen. Überall, wo auf dem Rückwege das Eis angeschlagen wurde, sprang es nicht glasartig splitternd oder pulverig, es war vielmehr zerrüttet, matt glänzend oder gelblich wie altes Eis und verwandelte sich sofort in einen wässrigen Brei. Diese Beschaffenheit hatte es selbst am Strande, wo es bis auf den Grund reichte.

Trotzdem der See weder durch starke, tiefen Horizonten entspringende Quellen gespeist wird, noch einer Vermoorung unterliegt, noch durch eine mächtige Schneedecke geschützt wurde, war er nach einer langen Dauer tiefer Lufttemperatur mangelhaft gefroren. Die sicher nur wenig über 0° liegende Temperatur des oberflächlichen Grundwasserstromes, der den See speist, genügte also, die Ausbildung einer soliden Eisdecke zu verhindern.

Besprechungen.

Chvostek, F., Morbus Basedowi und die Hyperthyreosen. Berlin, Julius Springer, 1917. XVI, 447 S. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 25.80.

Die Lehre von den Erkrankungen der Schilddrüsen ist ein Kapitel der modernen Medizin, welches weit über die spezielle Problemstellung hinaus Bedeutung für die mannigfachsten Prozesse der pathologischen Lebensgeschehnisse hat, und welches zudem eine Quelle der Erkenntnisse für das Verständnis normal-biologischer Erscheinungen geworden ist. Ein erfahrener Kliniker und Forscher auf diesem Gebiete beschenkt uns mit einer Monographie über diejenigen Formen von Erkrankungen, welche man in neuerer Zeit mit der Schilddrüse in Zusammenhang bringt, und zwar in dem Sinne, daß man sie auf eine Art von Überfunktionen der Schilddrüse zurückführt. Im Verlauf einer kurzen Spanne Zeit ist der Umfang von Krankheitsbildern, bei denen der Überfunktion der Schilddrüse ein entscheidendes ätiologisches Moment beigemessen wird, geradezu enorm angewachsen. Es ist daher zu begrüßen, wenn *Chvostek* in seiner Monographie mit äußerster kritischer Sorgfalt verfährt und seine Aufgabe darin erblickt, scharf abzugrenzen und alles das auszuschneiden, was neuerdings ohne hinreichende Begründung als Hyperthyreose angesehen wird.

Den Hauptteil des Werkes bildet die Darstellung des

Morbus Basedowi. In ausgezeichneter Weise wird das klassische Krankheitsbild beschrieben und eine ganze Reihe von Kapiteln sind der systematischen Schilderung der Symptome an einzelnen Organen und dem Verhalten der verschiedenen Funktionen gewidmet. Überall erkennt man den feinen Beobachter klinischer Bilder und den erfahrenen Kenner des gesamten Rüstzeuges, mit dem der Arzt an die Untersuchung, Behandlung und postmortale Beurteilung des Krankheitszustandes herantritt. Trotz der ungeheuren Fülle des einzelnen Materiales, welches der Autor angehäuft hat, verliert er sich niemals in Einzelheiten, sondern wahrt jederzeit im Flusse seiner Darlegungen den Zusammenhang mit der Gesamtheit des Krankheitsbildes.

Eine ganz besondere Bedeutung beanspruchen seine beiden Kapitel: Die Ätiologie und die Pathogenese; denn in diesen beiden Kapiteln findet sich die Quintessenz von alledem, was aus der Unsumme experimenteller und praktischer Erfahrungen sich für die theoretische Ausgestaltung, wie sie unter den Händen des Autors wird, hat gewinnen lassen. Es ist bekannt, daß infolge der genialen Intuition eines *Moebius* und der meisterhaften chirurgischen Kunst und Wissenschaft eines *Kocher* die Anschauung mehr oder weniger herrschend geworden ist, daß der Morbus Basedowi Ausfluß sei einer übermäßigen Sekretbildung der Schilddrüse, und aus dieser, im Grunde genommen einfachen Ätiologie, sich die Vielgestaltigkeit des Krankheitsbildes ableiten lasse. *Chvostek* ist anderer Meinung. Sehr objektiv und mit Beibringung einer außerordentlichen Anzahl von Gründen aus allen einschlägigen Gebieten lehnt er die genannte These ab und bekennt sich zur Anschauung, daß der Morbus Basedowi in erster Linie eine Konstitutionsanomalie sei, und daß, was andere als ätiologisches Moment betrachten, als Symptom der Abartung betrachtet werden müsse. Solche Kritik kann klärend und fördernd wirken, wenn sie so auftritt, wie *Chvostek* sie handhabt. Nur nach einer Richtung scheint dem Referenten, daß dem Autor ziemlich offenkundig die Fundamentierung seiner Ansichten weniger geglückt sei, und zwar in der Art und Weise, wie er dasjenige verwertet, was aus der experimentellen Erfahrung gewonnen worden ist. Eine ganze Reihe experimenteller Tatsachen sind viel bestimmter und aufschlußreicher als man nach der Art und Weise, wie sie *Chvostek* verwertet, vermuten würde. Auch läßt sich das Bedenken nicht unterdrücken, daß die Zurückführung der Krankheitsbilder auf den Begriff der Konstitutionsanomalie einen gewissen Rückschritt bedeutet. Unzweifelhaft ist die Konstitution ein außerordentlich bedeutsamer, nicht zu vernachlässigender Faktor in der Genese der Erkrankung. Aber er stellt einen Begriff dar, der nur dadurch fruchtbar wird, daß er analysiert und in einzelne wohldefinierte Komponenten zerlegt wird. Damit wäre man aber bei derjenigen Richtung der Forschung wieder angelangt, gegen die sich die gewandte Kritik des Autors wendet.

Besonders glücklich erweist sich das kritische und dabei doch gestaltende Verfahren des Autors in der Beschreibung der sogenannten Hyperthyreosen. Mit Geschick wird dasjenige ausgeschieden, was Übereifer auf Hyperthyreodismus hat zurückführen wollen, und er läßt uns dafür schärfer umrissene Krankheitstypen entstehen. Seine Darlegung über das Kropfherz verdient eine besondere Beachtung.

Die Monographie stellt eine Bereicherung unseres Bücherschatzes aus dem Lehrgebiete der inneren Sekretion dar und es ist viel aus diesem Buche zu lernen. selbst in denjenigen Abschnitten, welche zu einer

Kritik anregen, deren Leitung in wohlfundierte Bahnen nicht zum wenigsten ein Verdienst des Autors ist.
Leon Asher, Bern.

Bauer, Julius, Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten. Berlin, Julius Springer, 1917. X, 586 S. und 59 Textabbildungen. Preis geh. M. 24,—, geb. M. 26,40.

Es ist allgemein bekannt, daß das Schlangengift für die allermeisten höheren Tierklassen schon in kleinsten Mengen unfehlbar tödlich wirkt, während beispielsweise der Igel in hohem Maße unempfindlich dagegen ist; es ist wohl jedem Gebildeten geläufig, daß bösartige Geschwülste mit Vorliebe die sogenannten besten Jahre befallen; daß für manche Krankheiten das eine Geschlecht weitaus empfänglicher als das andere, wie etwa für die Bleichsucht das weibliche. Auch für lebende Krankheitserreger hat die Forschung entsprechende Erfahrungen in großer Zahl sichergestellt, in dem Sinne, daß die für eine Tierklasse pathogenen Parasiten für eine andere harmlose Schmarotzer bedeuten.

Aus diesen Beispielen geht schon zwingend hervor, daß ein Organismus nur erkranken kann, wenn er durch bestimmte Eigenschaften für die jeweilige Krankheitsursache empfänglich ist, genau wie etwa ein Gegenstand „brennbar“ sein muß, um Feuer fangen zu können.

Jahrzehnte hindurch hat die Forschung über die Krankheitsentstehung unter *Pasteurs* und *Robert Kochs* Führung sich fast ausschließlich mit den Eigenschaften der Krankheitserreger beschäftigt und, durch die beispiellosen Erfolge in Theorie und Praxis verleitet, fast ganz die Untersuchungen über die Eigenschaften vernachlässigt, auf denen die Empfänglichkeit der Organismen für eine bestimmte Krankheit beruht.

Nun hat das Pendel schon seit geraumer Zeit nach der entgegengesetzten Richtung ausgeschlagen, und eine ungeheure Fülle von Erfahrungen, Beobachtungen, Experimenten sind gemacht worden, die unser Wissen in ungeahntem Grade bereichern haben.

Das vorliegende Buch gibt uns in ungemein klarer Darstellung eine Übersicht über das Geleistete und Errungene. Der Verfasser, der an diesen Forschungen mit eigenen wichtigen Arbeiten beteiligt ist, hat in staunenswerter Weise die unübersehbare Fülle der literarischen Erscheinungen dieses Gebietes zusammengetragen und kritisch verwertet.

Die Empfänglichkeit für eine bestimmte Krankheit setzt eine ganz bestimmte Körperverfassung voraus; aus Gründen der Zweckmäßigkeit unterscheiden wir hierin nach *Bauer* die angeborenen, schon dem Keimplasma mitgegebenen Eigenschaften als „Konstitution“ und die erst später im intra- oder extrauterinen Leben hinzugekommenen als „Kondition“. Es ist wichtig, sich ausdrücklich vorzuhalten, daß die konstitutionellen Eigenschaften nicht durchaus angeboren sein müssen, sondern erst in der späteren extrauterinen Entwicklung offenbar werden können, während umgekehrt konditionelle Eigenschaften noch nach der Befruchtung im intrauterinen Leben erzeugt, also angeboren sein können. Häufig ist es natürlich gar nicht möglich, Konstitution und Kondition zu trennen, und praktisch auch für die Betrachtung der meisten Fragen ganz gut erläßlich; in der Regel wird also der Ausdruck Konstitution den Begriff Kondition mit umfassen.

Bauers Buch unterzieht sich nun, indem es das ge-

samte Gebiet der menschlichen Pathologie abwandelt, der Aufgabe, für jede Art von Krankheit die Bedeutung der Konstitution festzustellen; es werden sowohl die sicher festgestellten Tatsachen mitgeteilt, als auch mangels solcher immer wieder eindringlich darauf hingewiesen, daß die ältere rein ätiologische Betrachtungsweise durchaus nicht imstande ist, unserem Wissensdurst über die Entstehung der Krankheiten zu genügen.

So ist das glänzend geschriebene Buch eine unerschöpfliche und zuverlässige Quelle für den wissenschaftlich arbeitenden Mediziner, sowie eine eindringliche Mahnung für den Arzt, in der Diagnose und Therapie nicht nur ätiologisch, sondern auch „konstitutionell“ zu denken.

Adolf Lazarus, Berlin-Charlottenburg.

Hellpach, Willy, Die geopsychischen Erscheinungen. Zweite, vermehrte und durchgesehene Auflage. Leipzig, W. Engelmann, 1917. XXI, 489 S. und 2 Tafeln. Preis geh. M. 14,—, geb. M. 16,—.

Das Buch führt den erläuternden Untertitel: Wetter, Klima und Landschaft in ihrem Einfluß auf das Seelenleben. Name und Abgrenzung für das Gebiet stammen vom Autor. Die hier gelieferte zusammenfassende Darstellung ist in der ersten Auflage als grundlegend anerkannt worden. Man bekommt zuverlässige Auskunft über die Untersuchungen, die in dieses Gebiet fallen, dazu eine sehr kritische Analyse und Ordnung der Probleme überhaupt. Die Fassung ist überall klar.

Der Inhalt des Buches hat zum größeren Teile einen naturwissenschaftlichen Charakter. Wetter und Klima werden in Elemente zerlegt und in der Mannigfaltigkeit ihrer Wirkung verfolgt. So schlagend die Abgrenzung, so Interesse weckend die Inhaltsübersicht, so einwandsfrei die kritische Darstellung ist, so sehr ist der Leser doch durch die relative Unergiebigkeit dieser ganzen Sphäre für die Erkenntnis enttäuscht. Die interessanten Schilderungen des „wetterfühligen“ Menschen und die Darstellung der Periodizität des Seelenlebens (wohl das Erheblichste, das man hier weiß) werden durch die immer wiederkehrenden Erörterungen dessen, was man nicht weiß, fast erstickt. Man wird dem Autor Dank wissen für seine Kritik und für die Sorgfalt, mit der er ein armes Gebiet für den Suchenden übersichtlich und leicht zugänglich gemacht hat. Aber vermutlich werden wenige die Lektüre des Ganzen durchführen, sondern sich auf Nachschlagen beschränken.

Ganz anderen Charakter haben die Schilderungen über Landschaft in ihrer Wirkung auf das Seelenleben. Hier handelt es sich nicht um naturwissenschaftliche, sondern um verstehende Psychologie. Evidenz und Erkenntnisart sind von einer Art, daß enragierte Naturwissenschaftler einfach ablehnend zu sein pflegen. Interesse und subjektiver Geschmack entscheiden bei dem, der grundsätzlich solche Erörterungen billigt, über den besonderen Wert derselben. Die Grenze z. B. des Erheblichen und des Trivialen ist objektiv gar nicht zu ziehen. Dem Referenten erscheinen *Hellpachs* geordnete Schilderungen von Erfahrungen, die die meisten ähnlich gemacht haben werden, durchaus lohnend. Eine solche Inventarisierung von Erlebnissen und Möglichkeiten erscheint sehr brauchbar für jeden, der sich theoretisch mit dieser Frage, sei es aus welchem Grunde, einläßt. Für den Ästheten sind sie so wenig bestimmt, als für den, der auf naturwissenschaftliche Methoden im engeren Sinne begrenzt ist.

Überhaupt ist die Vielseitigkeit des Buches ein Vorzug. Die vorurteilslose Art, alles, was irgend hierher gehören mag, heranzuziehen, das verständige Urteil erwecken Vertrauen. Was der Psychologe auszusetzen haben möchte, liegt am Gegenstand des Buches. Ich wüßte nicht, wie man diesen in einer Gesamtdarstellung besser behandeln könnte, wenn man einmal eine solche sich zur Aufgabe gemacht hat.

K. Jaspers, Heidelberg.

Hase, Albrecht, Die Bettwanze (*Cimex lectularius* L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung. Monographien zur angewandten Entomologie. Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Entomologie Nr. 1 (Beiheft 1 zu Bd. IV). Berlin, Paul Parey, 1917. VI, 144 S., 131 Textabbildungen und 6 Tafeln. Preis geh. M. 6,50.

Die angewandten-entomologische Forschung verdankt Prof. Hase in den letzten drei Kriegsjahren unendlich viel: nach seinen grundlegenden Arbeiten über die Kleiderlaus hat sich Hase nunmehr dem Studium eines, wie er in den Einleitungsworten zu der vorliegenden Abhandlung schreibt, „zwar vielgenannten, aber ebensovienig gekannten“ Schädling gewidmet. Der Verfasser erfreute sich während des Krieges der günstigsten Arbeitsbedingungen, um die Parasiten des Menschen und der menschlichen Wohnungen von Grund aus studieren zu können: konnte er doch, durch alle militärischen Machtvollkommenheiten ausgestattet, lange Zeit in dem klassischen Lande jeglichen Ungeziefers, in Polen, verweilen und dort unter einer Fülle von Material, wie es dem Forscher nur selten zuteil wird, seine Beobachtungen anstellen. Infolgedessen ist es Hase auch hier bei der Bettwanze wieder gelungen, was wir schon damals bei seiner ersten Arbeit über die Kleiderlaus bewundernd feststellen durften: gleichsam auf den „ersten Anhieb“ eine restlose oder doch wenigstens ziemlich restlose Klarlegung der biologischen Verhältnisse des betreffenden Insektes zu erreichen. Auf den Lebenslauf der Bettwanze hier einzugehen, ist wohl nicht nötig. Es wird der Hinweis genügen, daß jeder, der sich für die Biologie dieses lästigen Parasiten interessiert, in der Haseschen Schrift über alle Punkte Auskunft sich wird erholen können. Auch über die beste Art der Bekämpfung äußert sich der Forscher: unter allen Bekämpfungsarten eignen sich die Leichtgase am besten, und hier ist es wieder das Blausäuregas, mit dem Hase die günstigsten Erfolge erzielte. Bei der nötigen Vorsicht in der Handhabung der Methode werden wohl auch in Zukunft verwandte Wohnungen mit Blausäure behandelt werden können.

H. W. Frickhinger, München.

Wilhelmi, J., Die gemeine Stechfliege (Wadenstecher). Untersuchungen über die Biologie der *Stomoxys calcitrans* L. Monographien zur angewandten Entomologie. Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Entomologie Nr. 2 (Beiheft 2 zu Bd. IV). Berlin, Paul Parey, 1917. 110 S. und 28 Abbildungen. Preis geh. M. 6,50.

Innerhalb erstaunlich kurzer Zeit ist es dem Verfasser gelungen, die Hauptpunkte aus der Biologie der *Stomoxys calcitrans* klarzulegen. In übersichtlicher und erschöpfender Weise sind in der vorliegenden Abhandlung die nicht nur für den angewandten Entomologen, für jeden praktischen Landwirt und Forstmann, sondern auch für die gesamte gebildete Laienwelt höchst wissenswerten Daten aus dem Lebenslauf dieses Schädling dargestellt. Der Wadenstecher ist ja ein

Insekt, das schon ob seiner Fähigkeit, ansteckende Krankheiten zu übertragen, das allgemeine Interesse erheischt: bisher konnte nachgewiesen werden, daß die gemeine Stechfliege Pest- und Leprabazillen, dann die Erreger des *Recurrēns* (*Spirochaete obermeieri*), der Schlafkrankheit (*Trypanosoma gambiense*), der Nagana oder Tsetse-Seeche (*Tr. Brucei*), der Surrah (*Tr. Evansi*) und der Beschälseeche der Pferde (*Tr. equiperdum*) zu übertragen vermag. Letztere Seeche ist auch in unseren Breiten heimisch, und da bei uns *St. calcitrans* vornehmlich als Parasit der Haustiere in Betracht kommt, ist die Rolle, welche die Stechfliege bei der Verbreitung dieser Seeche spielen kann, eine sehr gefährliche. Die larvale Entwicklung des Schädling erfolgt im Mist, hauptsächlich im Kuhmist, wo die Larven die feuchten Partien als Aufenthaltsort bevorzugen. Vor dem Austrocknen sind diese Entwicklungsstadien äußerst empfindlich. Dieser „schwache Punkt“ im Lebenslauf des Schädling gibt dem Menschen eine sehr wirksame Bekämpfungsart in die Hand: bei Ausbreitung und dadurch bewirkter Austrocknung des Mistes können die Larven unschwer zum Eingehen gebracht werden. Die Stechfliege ist ein sehr wärmeliebendes Insekt: bei kalten Temperaturen (schon unter +11°C) verhartet sie in Ruhestellung, ebenso des Nachts, wo sie deshalb niemals Blut saugt; wenn nun im Herbst die kalte Zeit beginnt, erstarren die Tiere mehr und mehr, der Nahrungstrieb wird bei ihnen nicht mehr ausgelöst und so erleidet *St. calcitrans* beim Eintritt des Winters massenweise den Hungertod. Überwinterter Imagines hält Wilhelmi für Ausnahmen, lediglich die überwinternden Larven und Puppen dienen der Erhaltung der Art.

Monographische Darstellungen wichtiger Schadinsekten sind für den Ausbau der angewandten-entomologischen Forschung auch in Deutschland von höchstem Werte. Es ist sicher ein Verdienst der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie“, durch die Herausgabe von Beiheften, schon in den ersten Jahren ihres Bestehens, auf die Schaffung von Schädling-monographien anregend gewirkt zu haben.

H. W. Frickhinger, München.

Knauer, Friedrich, Der Zoologische Garten. Entwicklungsgang, Anlage und Betrieb unserer Tiergärten. Deutsche naturwissenschaftliche Gesellschaft, Geschäftsstelle Theodor Thomas, Leipzig. 250 S. und 122 Abbildungen. Preis geb. M. 4,—.

Knauers „Zoologischer Garten“ will nicht die schon seit langem in den Händen des Publikums befindlichen Führer durch einzelne zoologische Gärten ersetzen, sondern sucht dem Leser einen Einblick in den Entwicklungsgang und die Aufgaben unserer modernen Tiergärten zu gewähren. Leider wird die älteste Geschichte der zoologischen Gärten sehr kurz behandelt; die Tiergärten Montezumas, der „Park der Intelligenz“, den Wen-Wang, der Ahnherr der Tschudinastie, schon 1150 vor Christus anlegen ließ, und die Tierhaltung der Griechen und Römer finden nur flüchtige Erwähnung. Etwas eingehendere Angaben macht der Verfasser über die Zwinger und Menagerien des Mittelalters, die im Gegensatz zu den modernen zoologischen Gärten im allgemeinen nur dem Vergnügen einzelner dienten. Die k. k. Menagerie zu Schönbrunn reicht bis ins 16. Jahrhundert zurück und ist somit der älteste zoologische Garten Europas. An zweiter Stelle steht dem Alter nach der Pariser „Jardin des plantes“. An eine ausführliche Beschreibung der zoo-

logischen Gärten in Amsterdam, Berlin, Budapest, London, des Jardin d'acclimatation zu Paris, Hagenbecks Tierpark in Stellingen bei Hamburg sowie der k. k. Menagerie in Schönbrunn schließt sich eine fast vollständige Übersicht der zoologischen Gärten der Welt. *Knauers* Bericht über den Tierhandel, die Tierpreise, die Schwierigkeiten des Tiertransports sowie den Futterbedarf großer Tiergärten werden besonders das Interesse des Laien fesseln. Leider haben sich in neuerer Zeit manche zoologische Gärten aus finanziellen Gründen fast ausschließlich zu eleganten Vergnügungsetablissemments entwickelt und sind dadurch ihrer Aufgabe, der biologischen Belehrung des Publikums zu dienen, untreu geworden. Und doch könnten gerade die zoologischen Gärten durch Beobachtungen über die Fortpflanzung, das Wachstum, die Lebensdauer der Wirbeltiere, durch das Studium der in ihnen lebenden Eingeweidewürmer sowie durch tierpsychologische Beobachtungen auch der Wissenschaft wertvolle Dienste leisten. In dieser Beziehung kann als unübertroffenes Muster eines zoologischen Gartens, der alle Vorzüge einer vornehmen Vergnügungstätte mit den Bedürfnissen der Wissenschaft geschickt verknüpft, der unter der Leitung von Geheimrat *Heck* stehende zoologische Garten in Berlin gelten. Mit Recht weist *Knauer* darauf hin, daß gerade die kleineren zoologischen Gärten, denen nur bescheidene Mittel zur Verfügung stehen, sich besonders der Pflege der einheimischen Tierwelt zuwenden und durch Anlage von Vogelschutzgehölzen auch den Forderungen der Naturdenkmalpflege Rechnung tragen sollten. Auf die Ausführungen des Verfassers über die Bedeutung der zoologischen Gärten für die Kunst kann hier nicht näher eingegangen werden. Trotz seines vielseitigen Inhalts entspricht *Knauers* Büchlein nicht ganz den Erwartungen des Lesers, der sich über die Entwicklung unserer Tiergärten unterrichten will. Der Verfasser schildert mehr den Tierbestand als die Einrichtungen der zoologischen Gärten, und zahlreiche Abbildungen lassen jede Beziehung zum Text vermissen, so z. B. die Abbildungen der Schmetterlinge, die nicht, wie die Unterschrift besagt, Falter „im Insektenhaus des Amsterdamer Tiergartens“, sondern präparierte Exemplare in einer Insektensammlung darstellen. Aber auch die Abbildungen mancher Wirbeltiere wären besser fortgelassen worden.

F. Paw, Breslau.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung am 11. Dezember wurde an Stelle des satzungsgemäß ausscheidenden Prof. *Baschin* Geheimrat Dr. *Hergesell* zum Vorsitzenden des Zweigvereins gewählt. Dr. *Salle* übernahm das Amt des Schatzmeisters für den auf seinen Wunsch zurücktretenden Prof. *Behre*. Prof. *Behre*, welcher die Kasse seit Gründung des Vereins im Jahre 1884 verwaltet hat und sich namentlich um die Berliner Meteorologie durch langjährige Beobachtungen und Veröffentlichung einer Klimabeschreibung von Berlin verdient gemacht hat, wurde zum Ehrenmitglied ernannt.

Den Vortrag des Abends hielt Professor *Schubert* (Eberswalde) über das Thema: **Der Wind über und an Gewässern, auf freiem Land und im Waldgebiet**. Das Ergebnis einer Anzahl von lokalen Untersuchungen wurde dabei zu einigen allgemeinen Betrachtungen erweitert, welche zur Aufhellung unseres Bildes von der Windbeschaffenheit dienen können. Zunächst

wurde gezeigt, wie der tägliche Gang der Winddrehung — besonders an der Küste unter dem Einfluß des Seewindes — bei Bildung mittels Vektoraddition gut zum Ausdruck kommt. Während der Wind in Eberswalde sich von 8^a bis 2^p nur um 10° im Sinne des Uhrzeigers dreht, dreht er sich zur selben Zeit an Rügenwaldermünde um 65°, nämlich von WSW bis NW. Als Beispiel für die richtunggebende Kraft des Küstenverlaufs wurden die Beobachtungen aus Rügenwaldermünde, Neufahrwasser und Memel miteinander verglichen; überall streicht der Wind durchschnittlich frühmorgens nahezu parallel zur Küste, während er um 2^p fast senkrecht dazu von der See her einfällt. Unter dieser Wirkung der See entsteht bei Memel vormittags sogar eine Drehung von rechts nach links.

Das Stärkeverhältnis von See- und Landwinden, welches nach *van Bebbër* 1,25 : 1 beträgt, wurde von Herrn *Schubert* aus Vergleichen der Windgeschwindigkeiten in Wustrow i. Meckl. und Potsdam sowie aus Bestimmungen der relativen Geschwindigkeit verschiedener Windrichtungen in Rügenwaldermünde, Hela und Memel in recht guter Übereinstimmung zu 1,4 : 1 bestimmt. Die Seewinde übertreffen also die Landwinde um etwa $\frac{1}{3}$ der durchschnittlichen Geschwindigkeit. Der Einfluß der Anemometeraufstellung ist hierbei unter Berücksichtigung der Messungen auf freier Ebene bei Nauen in 2, 16 und 32 m Höhe nach Möglichkeit ausgeschaltet worden. Eine unmittelbare Vergleichung der Windgeschwindigkeit über Wasser und Land gestatteten gleichzeitige Messungen auf dem Grimnitzsee, 15 km N von Eberswalde und bei Nauen dicht über dem Boden (0,7 bzw. 2 m). Bei Umrechnung auf gleiche Höhe ergibt sich das Verhältnis Grimnitzsee : Nauen = 1,6 : 1.

Untersuchungen über den Waldeinfluß hat der Vortragende teils in Waldlichtungen und am Rande von Waldbeständen in der Nähe von Eberswalde, teils an einem 150 m breiten Strandwäldchen bei Kolberg angestellt. In der Waldlichtung war die Windstärke kaum halb so groß wie auf freier Ebene, in Buchenschonungen betrugen die Geschwindigkeiten in Kopfhöhe etwa $\frac{1}{2}$ derjenigen außen in Waldnähe; der Wald wird also zum größten Teile durch den Wind überweht, hinter ihm senken sich die Strombahnen wieder. Die Stärke der Seewinde bei Kolberg wurde durch den Waldstreifen 16 m hinter ihm auf $\frac{9}{10}$ abgeschwächt, in größerer Entfernung landeinwärts wuchs die Geschwindigkeit wieder und erreichte in etwa 150 m Abstand vom Walde wieder den normalen Wert.

Diese Feststellungen über Reibungseinflüsse hat Prof. *Schubert* dann zu einer Untersuchung darüber verwertet, inwieweit sie sich in den normalen Typus der vertikalen Windverteilung einpassen. Es wurde eine vereinfachte geometrische Ableitung des Satzes gegeben, daß sich der Wind mit zunehmender Höhe dem Gradientwind in der Weise nähert, daß der Endpunkt des Windvektors längs einer logarithmischen Spirale läuft, und es wurde erwähnt, daß die Beobachtungen der Pilotballonaufstiege des Lindenberger Aeronautischen Observatoriums sich in eine solche Spirale gut einfügen lassen, wenn man den mit der Richtung stark wechselnden Zusammenhang zwischen Gradient und Windstärke und demgemäß die Häufigkeitszahlen der Windrichtungen berücksichtigt. Allerdings erhält man erst von 100 m Höhe an Übereinstimmung mit den theoretischen Zahlen, jedoch ist es vielleicht möglich, für die gestörten Werte in den untersten Luftschichten die Höhe zu berechnen, welche ihr in der Normalkurve

zukommt. Auf diese Weise ergab sich z. B., daß das frei auf einem Dache, aber inmitten der Stadt aufgestellte Anemometer der Magdeburger Wetterwarte einer Normalanemometerhöhe von $2\frac{1}{2}$ m über dem Boden entspricht. Sollte sich dieses Verfahren als allgemein verwendbar erweisen, so wäre damit die Aufgabe gelöst, die Angaben von Windmessern mit verschieden hoher und verschieden freier Aufstellung untereinander vergleichbar zu machen. Sü.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Biographisches über Marian von Smoluchowski.

Marian Ritter von Smolan Smoluchowski wurde am 28. Mai 1872 in Vorder-Brühl bei Wien geboren, als Sohn des Kabinettssekretärs des Kaisers — Dr. Wilhelm v. Smoluchowski. Er absolvierte das Gymnasium der k. k. Theresianischen Akademie in Wien, besuchte daselbst in den Jahren 1890—1894 die Universität, wo er hauptsächlich unter Prof. J. Stefans und F. Ewens Leitung studierte, und wurde im Jahre 1895 zum Doktor der Philosophie promoviert. Sodann begab er sich zu weiterer wissenschaftlicher Ausbildung ins Ausland.

Das Jahr 1895/96 verbrachte er in Paris, mit theoretischen Studien sowie mit experimentellen Arbeiten in dem unter Lippmanns Leitung stehenden: „Laboratoire des recherches physiques“ an der Sorbonne beschäftigt. — Während des Winters 1896/97 arbeitete er unter Lord Kelvins (Sir William Thomsons) Leitung in Glasgow. — Weitere wissenschaftliche Experimentaluntersuchungen führte er im Sommersemester 1897 in Berlin aus (unter Prof. E. Warburgs Leitung) und im Herbst dieses Jahres kehrte er nach Wien zurück, wo damals Boltzmann seine glänzende wissenschaftliche Tätigkeit entfaltete.

Im folgenden Jahre habilitierte er sich daselbst als Privatdozent für Physik, hielt während des Wintersemesters 1898/99 Vorlesungen und übersiedelte dann an die Universität Lemberg, wo ihm in Vertretung des schwer erkrankten und bald darauf verstorbenen Prof. O. Fabian die Vorlesungen über Mathematik und theoretische Physik anvertraut wurden. Im Jahre 1900 wurde er daselbst zum außerordentlichen Professor der theoretischen Physik ernannt und im folgenden Jahre wurde er als Vertreter der Lemberger Universität nach Glasgow zur 450-jährigen Jubiläumsfeier der dortigen Universität geschickt, wo ihm der Titel des Doktors der Rechte Honoris causa (L. L. D.) verliehen wurde. Im Jahre 1903 wurde er zum Ordinarius an der Universität Lemberg ernannt.

Das Wintersemester 1905/06 verbrachte Smoluchowski zu wissenschaftlichen Zwecken im Auslande, hauptsächlich in dem Cavendish Laboratory in Cambridge bei Sir J. J. Thomson und auch in London. Im Jahre 1906/07 wurde er in Lemberg zum Dekan der philosophischen Fakultät gewählt, das Jahr nachher fungierte er als Prodekan. Während dieser zwei Jahre war er auch Vorsitzender des polnischen Naturforschervereins. Im Jahre 1908 wurde er zum korrespondierenden Mitglied der Krakauer Akademie der Wissenschaften ernannt, — und in demselben Jahre verlieh ihm die Wiener Akademie der Wissenschaften den Preis von Ludwig Haitinger für seine Arbeiten über Brownsche Bewegung, Opaleszenz und verwandte

Themata. Im Sommer 1912 hielt er einen Vortrag in Cambridge während des V. Internationalen Mathematischen Kongresses — und im Herbste, eingeladen durch die Deutsche Physikalische Gesellschaft, ein Referat über Brownsche Molekularerscheinungen bei der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster. Im April 1913, eingeladen durch die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, hielt er einen Vortrag im Zyklus theoretisch-physikalischer Vorlesungen. Gleichzeitig — Frühjahr 1913 — wurde er zum ordentlichen Professor der Experimentalphysik und zum Direktor des Physikalischen Instituts an der Jagellonischen Universität zu Krakau ernannt, als Nachfolger des eben verstorbenen Professors August Witkowski. Im Juni 1916 hielt er zusammen mit Prof. Zsigmondy Vorlesungen in Göttingen, abermals eingeladen durch die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Für das Schuljahr 1916/17 wurde er zum Dekan der philosophischen Fakultät an der Krakauer Universität gewählt. Im Frühjahr 1917 wurde er zum wirklichen Mitglied der Krakauer Akademie der Wissenschaften — auch zum wirklichen Mitglied der Polnischen Gesellschaft der Wissenschaften in Warschau — gewählt. Im Juli 1917 wurde er mit der Würde des Rektors der Universität „extra turnum“ für das kommende Schuljahr 1917/18 bekleidet.

Am 22. August erkrankte er an Dysenterie, die epidemisch in Krakau herrschte, und am 5. September ist er im Alter von 45 Jahren dahingeshieden. Nach dem Tode Prof. Hasenöhrls, Herbst 1915, war er ein ernster Kandidat für die theoretische Lehrkanzel in Wien. Im Jahre 1917 wollte die Warschauer Gesellschaft der Wissenschaften ihm ein Privatlaboratorium errichten, ohne Vorlesungspflichten, um ihm die Forschungsarbeiten zu erleichtern, doch einstweilen konnte er sich nicht entschließen, seine Stellung in Krakau aufzugeben.

S. von Sm.

Der Entwicklungsgang des Dibothriocephalus latus.

Es war bis jetzt eine unangenehme Lücke unseres Wissens, daß man von einem der menschlichen Bandwürmer, welcher auch in Deutschland vorkommt und an den Küsten der Ostsee nicht selten ist, den Entwicklungsgang nicht vollständig kannte, nämlich von dem Dibothriocephalus (Bothriocephalus) latus L. Zwar stellte Max Braun schon im Jahre 1882 fest, daß Fische die Zwischenwirte dieses Bandwurms bilden und daß die Finnen Plerocerkoiden¹⁾ von länglicher Form sind. Man kannte auch die kugelige Larve, welche aus dem Ei schlüpft und mittels ihres Flimmerkleides im Wasser umherschwimmt, aber es war nicht bekannt, in welcher Weise die Fische zu den Plerocerkoiden kommen. Nun haben Zanicki und Rosen²⁾ festgestellt, daß die Larve in kleine Krebschen eindringt, die von den Fischen gefressen werden.

Am Genfer See fand Dr. Zanicki die Plerocerkoiden im Barsch, im Hecht und in der Quappe (Lota vulgaris). Bei der Quappe liegen sie meistens in der Ma-

¹⁾ Während die Finnen der gewöhnlichen Bandwürmer blasige Gebilde sind, enthalten die Plerocerkoiden keine Flüssigkeit, sondern sind mit Parenchym erfüllt.

²⁾ Constantin Zanicki et Felix Rosen, Le cycle évolutif du Dibothriocephalus latus, Bulletin de la Société neuchâtoise des sciences naturelles, T. 42, 1917.

genwand, selten in der Muskulatur, beim Barsch aber selten in der Magenwand und vorzugsweise in den Muskeln. Daraus läßt sich schon der Schluß ziehen, daß die Infektion der Fische vom Magen aus erfolgt und daß die jungen Plerocerkoiden im Barsch vom Magen aus in die Muskulatur wandern. Dr. Rosen untersuchte nun am Neuchâtel See, ob die freischwimmenden Larven Fische zu infizieren vermögen, und stellte fest, daß dies nicht möglich ist. Er prüfte weiter, welche Tiere als Zwischenwirte in Betracht kommen könnten, und es ergab sich, daß einige Arten von Kopepoden, nämlich *Cyclops strenuus* und *Diaptomus gracilis* die Überträger sind. Sobald die Flimmerlarve in den Darm eines solchen Krebschens gelangt, verliert sie das Flimmerkleid und bohrt sich durch die Darmwand hindurch, um in die Leibeshöhle zu gelangen. Hier wächst sie heran, wobei die kugelige Form in eine längliche übergeht. Die Larve erreicht die Länge eines halben Millimeters, wobei sie schon den histologischen Bau des Bandwurms bekommt und zahlreiche Kalkkörperchen in dem Parenchym entstehen. Am Vorderende der Larve bildet sich eine Einsenkung, in deren Grund Drüsenzellen münden, am hinteren Ende setzt sich ein kleiner kugelig Teil ab, in welchem die sechs Hacken des Embryo gelegen sind und welcher mit dem Schwanz von Archigetes und auch dem Schwanz einer Cercarie homologisiert werden kann. Dieser Teil wird abgestoßen, sei es noch in dem Krebschen oder in dem Körper des Fisches, wenn das Krebschen von dem Fische gefressen wird. Durch die Verdauung der Krustaceen werden die kleinen Plerocerkoiden frei und bohren sich in die Magenwand ein. Von hier gelangen sie in die Leibeshöhle und kommen von da in die Muskulatur oder in die Leber des Fisches. Der Mensch infiziert sich durch den Genuß roher oder unvollständig gekochter Fische.

H. E. Ziegler, Stuttgart.

Die herdförmige Verhärtung (multiple Sklerose) des Gehirns und Rückenmarks ist eine der häufigsten organischen Nervenerkrankungen, die wegen ihrer schweren Erscheinungen und ihres in der großen Mehrzahl der Fälle fortschreitenden Verlaufs sowie wegen der geringen Aussichten der Behandlung von schwerwiegendster Bedeutung ist. Über ihre Ursachen ist viel verhandelt worden, bisher aber ohne sicheres Ergebnis: Einerseits wurde sie auf angeborene Anlage zurückgeführt, andererseits mit den verschiedensten äußeren Einwirkungen in Zusammenhang gebracht, z. B. mit Infektionskrankheiten, Vergiftungen usw. Keine dieser Auffassungen vermochte sich aber allgemein durchzusetzen, wenn auch im Verlauf und im anatomischen Befunde, besonders frischer Fälle, mancherlei Hinweise auf infektiöse Ursachen unverkennbar waren. Neuerdings haben nun Kuhn und Steiner aus dem Hygienischen Institut und der Psychiatrischen Klinik in Straßburg Versuche veröffentlicht, die, falls sie Bestätigung finden, die Lösung des Rätsels bringen würden, indem sie die **herdförmige Verhärtung als Folge einer Spirochäteninfektion** erscheinen lassen. (Über die Ursache der multiplen Sklerose. Mediz. Klinik 1917, Heft 38, S. 1007.) Die genannten Forscher impften Meerschweinchen und Kaninchen mit Blut und Lumbalflüssigkeit von Kranken mit frischen Erscheinungen multipler Sklerose und erzielten bei ersteren durch Impfung in den Bauchfellraum, bei

letzteren durch Impfung in das Auge in einer größeren Anzahl von Versuchen tödliche Erkrankungen der Tiere. Bei Meerschweinchen z. B. entwickelte sich im Laufe von wenigen Tagen bis zu 12 Wochen zunächst eine gewisse Überempfindlichkeit, dann Störungen des Ganges und schließlich Lähmungen, die schnell zum Tode führten. Manchmal trat das schwere Schlußbild der Erkrankung auch plötzlich ohne Vorläufererscheinungen auf. Im Blut der Tiere fanden sich sowohl zu Lebzeiten als nach dem Tode Spirochäten, die am meisten der Spirochäte der Weilschen Krankheit ähnelten und sich am besten durch die Dunkelfelduntersuchung und die Löfflersche Geißelfärbung, weniger gut durch die Giemsa-Färbung nachweisen ließen. Bei der Untersuchung der Organe mittels der Levaditi-Färbung wurden die Parasiten nur in der Leber gefunden und zwar nie im Gewebe, sondern nur in Blutgefäßen. Weiterübertragung der Erkrankung von Tier zu Tier gelang mehrfach. Die mikroskopische Untersuchung des Zentralnervensystems der erkrankten Tiere steht noch aus. Der Nachweis der Spirochäte beim Menschen ist bisher nicht gelungen.

Stursberg, Bonn.

Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung. Nach Einführung der neuen Röntgenröhren ist eine wesentliche Steigerung der Strahlenhärte erreicht worden. Damit sind aber auch die Meßmethoden, die für mittlere Strahlenhärten brauchbare Resultate gaben, nicht mehr anwendbar. Es liegt infolgedessen die Gefahr vor, daß die Maximaldosis in vielen Fällen überschritten wird. Ferner ist es nicht möglich, die Strahlenmengen, die in verschiedenen Röntgeninstituten verabfolgt werden, wegen des Mangels einer exakten Meßmethode miteinander zu vergleichen. Der Grund für alle diese Mängel liegt nach H. Wintz (*Münchener Medizinische Wochenschrift* Nr. 28, 1917) darin, daß die heute benützten sehr durchdringungsfähigen Röntgenstrahlen eine sehr reichliche Sekundärstrahlung entstehen lassen. Sie setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen, die teilweise (wie die Streustrahlung) gleichgroße Durchdringungsfähigkeit wie die Primärstrahlung besitzen, teilweise aus einer etwas weicheren Fluoreszenzstrahlung bestehen. Die Streustrahlung scheint bei der Messung am meisten Verwirrung anzurichten. Man mißt hinter einem durchstrahlten Körper nicht nur den durch Absorption verminderten Wert der Primärstrahlung, sondern auch noch einen beträchtlichen Teil der Streustrahlung. Infolgedessen wird die Halbwertschicht viel größer gemessen, als theoretisch richtig ist. Um richtig vorzugehen, dürfen wir aber den Begriff „Halbwertschicht“ nur dann in Anwendung bringen, wenn es sich um eine physikalische Messung der Primärstrahlung allein handelt. In der Therapie wird allerdings neben der Primärstrahlung auch die Sekundärstrahlung zur Wirkung kommen und es wird dem Arzt gleichgültig sein, was ihm den therapeutischen Effekt zeitigt, ob die Primärstrahlung allein oder Primär- und Sekundärstrahlung zusammen. Aus diesem Grunde scheint dem Verfasser das praktisch Wichtigere zu sein, die Messung der Gesamtstrahlung durchführbar zu machen, um so die an verschiedenen Orten verabfolgte Röntgendosis und Strahlenhärte exakt vergleichen zu können. Jedenfalls scheint ihm eine allgemeine baldige Einigung über die Ausführungstechnik dringend erwünscht.

P. Lg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 5.

1. Februar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Oenothera Lamarckiana und die Mutationstheorie.
Von Prof. Dr. O. Renner, München. (Schluß.) S. 49.

Die mikroseismische Bewegung. Von Otto
Meißner, Berlin-Potsdam. S. 52.

Besprechungen:

Röhmnn, F., Die Chemie der Cerealien in
Beziehung zur Physiologie und Pathologie.
Autoreferat. S. 55.

Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume.
Von H. Kniep, Würzburg. S. 57.

Chemische Mitteilungen:

Ueber Mineralsynthesen. Methylalkoholgehalt
der Sprite. Die Entdeckung des pigmentbildenden
Ferments der Haut. S. 57—59.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen
Akademie der Wissenschaften, der Königlich
Preussischen Akademie der Wissenschaften, der
Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in
Wien. S. 60.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Getriebelehre

Eine Theorie des Zwanglaufes und der ebenen Mechanismen.

Von

Martin Grübler

Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden

Mit 202 Textfiguren

Preis M. 7.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 8050-53. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1918

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXIX. Jahrgang

In zwei Bänden

I. Teil in Leinwand und II. Teil in Halbleinwand gebunden Preis M. 5.40

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Halbleinwand gebunden Preis Mark 6.—

Soeben erschien:

Bodenschätze

als biologische und politische Faktoren

Von

Professor Dr. Walther Roth

(Greifswald)

Preis M. 1.—

Soeben erschien:

Bodenbildung und Bodeneinteilung

(System der Böden)

Von

Dr. E. Ramann

o. ö. Professor an der Universität in München

Preis M. 4.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

1. Februar 1918.

Heft 5.

Oenothera Lamarckiana und die Mutationstheorie.

Von Prof. Dr. O. Renner, München.
(Schluß.)

Konstanz der Bastarde.

Bei Selbstbefruchtung sind die künstlich hergestellten Oenotheramischlinge in den wesentlichen Charakteren meist konstant; sie stellen also das von normal mendelnden Bastarden bekannte Verhalten: Einförmigkeit in der ersten, Spaltung in der zweiten Generation, in doppelter Weise auf den Kopf. Das gilt z. B. annähernd für beide Zwillinge aus der Kreuzung *O. biennis* ♀ × *Lamarckiana* ♂. Die Nachkommen der *laeta* bleiben nicht bloß ausgesprochene *laeta* im Gegensatz zu den Nachkommen der *velutina*, die ausgesprochene *velutina* bleiben, sondern die Ähnlichkeit der Individuen der zweiten Generation untereinander und mit der ersten Generation geht wirklich sehr weit, wenn wir von der variablen Blütengröße absehen. Auch diese Absonderlichkeit der Konstanz ist jetzt verständlich. Die Anlagenkomplexe verhalten sich eben in den neuen Verbindungen wie in den alten, insofern als ihre Einzelfaktoren zur Hauptsache verkoppelt bleiben. Trotz einer großen Zahl von Unterschieden in den Erbanlagen erzeugt der Bastard nur zwei wesentlich verschiedene Typen von Keimzellen, die die Eigentümlichkeit behalten, entweder geschlechtsbegrenzt zu sein oder, wo das nicht der Fall ist, nur lebensunfähige Homozygoten hervorzubringen. Der neu gewonnene Bastard wiederholt einfach die Keimzellenstruktur der „Arten“, die ja auch nichts anderes als konstante Bastarde sind.

Über die Kreuzungen der Bastarde untereinander und mit den Elternarten können wir kurz hinweggehen. Unsere Formeln sagen, was wir zu erwarten haben. Werden z. B. die zusammengehörigen Zwillinge aus einer Kreuzung miteinander gekreuzt, etwa *O. (bien. × Lam.) laeta* × *O. (bien. × Lam.) velutina*, so müssen entstehen *albicans. velans* = *velutina* und *gaudens. velans* = *Lamarckiana*. Die reziproke Kreuzung *velutina* × *laeta* liefert *albicans. gaudens* = *laeta* und *velans. gaudens* = *Lamarckiana*. Was uns hieran besonders interessiert, ist, daß wir auf diesem Weg die *Lamarckiana* aus ihren in der Zwilling-spaltung getrennten Komponenten wieder aufbauen können.

Besonderes Aufsehen haben die von *de Vries* so genannten „doppeltreziproken Bastarde“ erregt. *De Vries* gewinnt aus der Kreuzung der holländischen *O. muricata* ♀ mit *biennis* ♂ einen lebensfähigen Bastard, während die venezianische Rasse

von *muricata* bei dieser Verbindung nur taube Samen liefert; außerdem ist die holländische Rasse der *O. biennis* streng heterogam, der *rubens*-Komplex ist nur im Pollen aktiv, nicht auch in einem Teil der Eizellen wie bei der Münchener Form. Werden nun die beiden reziproken Bastarde miteinander gekreuzt, so gleicht der entstehende doppeltreziproke Bastard vollkommen einer der Elternarten. *O. (mur. × bi.) ♀ × (bi. × mur.) ♂* gibt reine *muricata*, *O. (bi. × mur.) ♀ × (mur. × bi.) ♂* liefert reine *biennis*. Der in der Formel „zentrale Großelter“ wird „ausgeschaltet“ (*de Vries*). Ganz natürlich, denn der Bastard *O. (muricata × biennis)* hat ja nur *muricata*-, genauer *rigens*-Eizellen und *biennis*- oder *rubens*-Pollen, der reziproke Bastard besitzt nur *biennis*- oder *albicans*-Eizellen und *muricata*- oder *curvans*-Pollen. Die Verbindung *(m. × b.) ♀ × (b. × m.) ♂* ist also soviel wie *rigens. curvans* = *muricata*, die reziproke ist soviel wie *albicans. rubens* = *biennis*. Gerade diese merkwürdigen Ergebnisse haben *de Vries* zur Aufstellung der Hypothese von der Heterogamie geführt, die sich aufs beste bewährt hat.

Spaltende Bastarde.

Nach den Mitteilungen von *de Vries* ist die Konstanz der Bastarde nirgends vollkommen, insofern, als wenigstens nach der Blütengröße immer Spaltung in der zweiten Generation eintritt, wenn die gekreuzten Arten verschieden große Blüten besitzen. In verschiedenen Kreuzungen ist aber, wenn man genau zusieht, von einer auch nur annähernden Konstanz keine Rede. Z. B. spaltet der Bastard *O. (muricata × Lamarck.) velutina* in der zweiten Generation nach einer ganzen Anzahl von Charakteren in der auffälligsten Weise: nach der Blütengröße, nach der Wuchshöhe, nach der Verzweigung, nach der Dichte der Blütenstände, nach der Menge des Anthokyans in den Kelchblättern, nach der Farbe der Blattnerven. Und ganz ohne Mendelsche Spaltung nach Einzelfaktoren geht es augenscheinlich bei kaum einer frisch hergestellten Kreuzung ab, wenn die Charaktere, bezüglich deren die Spaltung stattfindet, auch gewöhnlich untergeordneter Art sind. Zwischen den beiden antagonistischen Komplexen werden also bei der Keimzellenbildung des Bastards gewisse Faktoren oder Faktorengruppen nach mendelschem Schema ausgetauscht, und dadurch unterscheidet sich ein „frischer“ Bastard von den alten, stabilen Bastardarten. Zwei neu zusammengefügte Komplexe vermögen ihre Bestandteile gegenüber der Anziehung, die der jeweils antagonistische Komplex auf einzelne der ihm fremden Faktoren ausübt, nicht immer festzu-

halten. Ist die „Affinität“ eines Faktors zu beiden Komplexen gleich stark, dann gliedert er sich ebenso oft dem einen wie dem anderen Komplex an; das gilt z. B. für den Rotnervenfaktor in verschiedenen Kreuzungen und wohl allgemein für die Faktoren, die die Blütengröße bedingen. Solche Faktoren mendeln dauernd fort, bis sie im Lauf der Generationen homozygotisch verwirklicht werden, natürlich nur, falls solche Homozygoten lebensfähig sind; bei dem Rotnervenfaktor kommt dieser Endzustand der homozygotischen Beruhigung nicht vor, dagegen dürften die Formen mit konstanter Blütengröße in bezug auf die Größefaktoren wirklich homozygotisch sein. Hat ein Faktor zu seinem angestammten Träger größere Affinität als zu dem neuen antagonistischen Komplex, so bleibt er seinem alten Herrn treu. Auf solche Weise kommt augenscheinlich die Konstanz der meisten Charaktere in den Bastarden zustande. Sie beruht keineswegs auf Homozygotie, sondern darauf, daß die Komplexe nach der Revolution, die auf die Kreuzung folgt und sich vielleicht über einige Generationen hinzieht, trotz vielfacher Heterozygotie zur Ruhe gekommen sind und als fest geschlossene Blöcke einander gegenüberstehen. Ist dieser Zustand erreicht, so ist ein künstlich hergestellter Bastard von den wild vorkommenden alten Bastardarten in bezug auf die Ausprägung der Heterozygotie nicht mehr verschieden.

Die Tiefe, bis zu der die Austauschvorgänge in das Gefüge der Anlagenkomplexe eingreifen, wechselt von einer Kreuzung zur andern, je nach dem Verhältnis der Affinitäten. An Beispielen können wir das nicht ausführen. Nur auf einen anderen wichtigen Punkt soll noch hingewiesen werden. Der rotnervige Bastard *O. (muricata × Lamarckiana) velutina* hat seine Nervenfärbung von dem Eizellenkomplex *rigens* der venezianischen *muricata*. Bei Selbstbestäubung spaltet er Weißnerven ab, die als *r-rigens* ♀, *r-velans* ♂ gebildet sein müssen. Der *rigens*-Komplex kann seinen Rotnervenfaktor natürlich nur dadurch verlieren, daß er ihn an *velans* abgibt; *R-rigens* wird zu *r-rigens*, wenn gleichzeitig *r-velans* in *R-velans* übergeht. Bei den Samenanlagen ist daran nichts Verwunderliches, weil beide Komplexe in den Eizellen aktiv auftreten. Es läßt sich aber nachweisen, daß derselbe Faktorenaustausch auch bei der Pollenbildung vorkommt. Aktiv finden wir im Pollen der *velutina* nur den *velans*-Komplex, aber das Auftreten von *R-velans*-Pollenzellen ist ein sicherer Beweis dafür, daß *rigens* auch im Pollen gebildet wird. Denn *velans* kann den *R*-Faktor doch nur von dem inaktiven Partner *rigens* beziehen, der durch dieses Tauschgeschäft seine sonst stille Anwesenheit an den Tag legt.

Die „Mutationen“.

Absolut stabil ist das Gleichgewicht zwischen den beiden einander abstoßenden Anlagenkomplexen wohl bei keiner komplexheterozygotischen Form. Wenn nun ausnahmsweise ein Faktor oder eine

Faktorengruppe sich von dem einen Komplex losreißt und auf den Antagonisten übergeht, dann treten „mutierte Keimzellen“ ins Leben. Das dürfte die Entstehungsweise der meisten „Mutationen“ bei den *Oenotheren* sein. Nehmen wir z. B. an, der Tupfenfaktor *P* von *velans* der *O. Lamarckiana* gehe auf *gaudens* über, es entstehen also zwei mutierte Keimzellen *p-velans* und *P-gaudens*. Daß die beiden Sexualzellen in einer Zygote gleich wieder zusammenkommen, ist ausgeschlossen, weil sie ja dem gleichen Geschlecht angehören, etwa Pollenzellen sind. Trifft nun der *P-gaudens*-Pollenschlauch auf eine *gaudens*-Eizelle, so ist die Mutation verloren, weil die Zygote nicht leben kann. Trifft er auf eine unveränderte *P-velans*-Eizelle — das wird viel häufiger vorkommen als das Zusammentreffen mit einer zufällig in *p-velans* mutierten Eizelle —, so entsteht eine Zygote, die im *P*-Faktor homozygotisch ist. Tatsächlich kennen wir eine Mutante der *O. Lamarckiana*, die u. a. diese Eigenschaft besitzt, nämlich die *rubrinervis*. Trifft der *p-velans*-Pollenschlauch, der seinen Tupfenfaktor an *gaudens* verloren hat, mit einer normalen *p-gaudens*-Eizelle zusammen, so entsteht eine andere Mutante, der die roten Tupfen am Stengel und an den Fruchtknoten abgehen; daß solche Formen gefunden werden, sobald man auf die Tupfen achtet, ist nicht zweifelhaft. Nun kann aber der Anteil, den *gaudens* und *velans* austauschen, auch eine ganze Anzahl von Einzelfaktoren umfassen, so daß die abgeänderten Keimzellen vielleicht mit *velans* ebenso gut wie mit *gaudens* sich vertragen; weiter können mutierte Pollenzellen mit ebenfalls mutierten Eizellen zusammentreffen: kurz bei der großen Zahl von Unterschieden zwischen *velans* und *gaudens* ist eine unübersehbare Zahl von „Mutanten“ möglich. Der Vorgang der „Mutation“ ist eben zur Hauptsache nichts anderes als eine Aufspaltung, bei der infolge weitgehender Koppelung der Faktoren die meisten möglichen Kombinationen schon in den Keimzellen selten sind und zudem noch zahlreiche zygotische Kombinationen fehlschlagen, weil Homozygotie in bezug auf gewisse Faktoren verhängnisvolle Wirkung hat. Worin das Wesen einer Mutante gegenüber der Stammform besteht, wird am besten durch Kreuzung mit gut bekannten Arten ermittelt. S ist z. B. sichergestellt, daß die Mutante *rubrinervis* in *beiden* Komplexen gegenüber der *O. Lamarckiana* abgeändert ist.

Nicht zu vergessen ist auch, daß jede Mutante als neue Bastardform ins Leben tritt und deshalb zunächst bei Selbstbefruchtung in ihrer Nachkommenschaft Spaltung zeigen kann, bis die aus der Spaltung hervorgehenden Formen sich wieder gefestigt haben. Diese annähernd stabilen Formen können ihrerseits wieder gelegentlich mutieren, d. h. seltene Neukombinationen abspalten, und so muß der ganze Formenkreis unaufhörlich in Fluß bleiben, wie es nach den Studien von *de Vries* und anderen Forschern auch der Fall ist.

Nach dieser Hypothese kann jede komplex-heterozygotische Art „mutabel“ sein. Tatsächlich sind bei einer ganzen Reihe von *Oenothera*-spezies, die wir als heterozygotisch kennen, Mutationen beobachtet worden, so auch bei unserer *O. biennis* und bei *O. suaveolens*. Sehr stabil scheint *O. muricata* zu sein. Keine der bis jetzt studierten Formen ist aber auch nur annähernd so labil wie *O. Lamarckiana*; das kann mit der ungewöhnlich großen Zahl der Differenzpunkte zwischen den Komplexen *velans* und *gaudens* zusammenhängen.

Mutanten von besonderer Eigenart sind u. a. die *Riesen-* oder *gigas-Formen*, die durch große breite Blätter, plumpe Blütenknospen, dicke Stengel sich von den Stammformen unterscheiden und, was besonders wichtig ist, in ihren Zellkernen die doppelte Chromosomenzahl besitzen, also 28 Chromosomen in den gewöhnlichen Gewebezellen und 14 in den Keimzellen, statt 14 bzw. 7 wie die Normalformen. Eine Riesenform entsteht wahrscheinlich dann, wenn eine Pollenzelle, die die diploide Chromosomenzahl 14 besitzt statt der reduzierten Zahl 7, eine ebenfalls diploide, 14-chromosomige Eizelle befruchtet. Solche Keimzellen, bei deren Bildung die Reduktion der Chromosomenzahl unterblieben ist, sind augenscheinlich recht selten; daß also gerade zwei diploide Keimzellen in der Befruchtung zusammentreffen, ist schon ein besonderer Glücksfall, und dementsprechend finden sich die echten Riesenformen sehr selten. Wesentlich häufiger kommt es vor, daß eine diploide und eine normale Keimzelle sich vereinigen und eine *Halbriesen-*, eine *semigigas-Form* entstehen lassen, die 21 Chromosomen in ihren Zellkernen führt. In den diploiden Keimzellen müssen beide Anlagenkomplexe der Stammform vereinigt sein, weil die Trennung ja nur bei der hier unterbleibenden Reduktion stattfinden kann. Die *O. Lamarckiana* mut. *gigas* muß also die Konstitution (*velans* + *gaudens*) (*velans* + *gaudens*) haben und lauter (annähernd) gleiche Keimzellen hervorbringen. Eine notwendige Folge dieser Struktur ist, daß bei Kreuzung etwa mit *O. biennis* nur eine Bastardform, kein Zwillingsspaar auftritt, und das ist nach *de Vries* wirklich der Fall. Die *O. biennis* mut. *gigas* muß entsprechend lauter Keimzellen von der Zusammensetzung (*albicans* + *rubens*) hervorbringen, und ihre reziproken Verbindungen mit einem isogamen Komplex, etwa mit *velans* oder mit *gaudens*, müssen identisch sein. Darüber ist bis jetzt noch nichts durch Experimente bekannt. — Durch Störung der Chromosomenverteilung werden wohl auch die breitblättrigen *lata*-Mutanten ins Leben gerufen, die 15 Chromosomen besitzen, also durch Vereinigung einer normalen mit einer 8-chromosomigen Keimzelle entstehen.

Entstehung der Komplexheterozygotie.

Wie haben wir uns nun die dauernd komplex-heterozygotischen Formen entstanden zu denken?

Am ehesten wohl aus homozygotischen Arten durch Kreuzung. Daß in einem Bastard die von den beiden Eltern stammenden Anlagenkomplexe je vereinigt bleiben, daß keine vielfache Mendelsche Spaltung in bezug auf zahlreiche Erbfaktoren eintritt, ist leicht zu verstehen, die Möglichkeit der Komplexheterozygotie als solcher ist also ohne Schwierigkeit einzusehen. Die Schwierigkeit beginnt erst bei der Erklärung der *Konstanz*, die nur durch die Ausschaltung der Homozygoten herbeigeführt werden kann. Wenn zwei homozygotische Arten AA und BB einen Bastard AB liefern, warum sollen aus diesem Mischling bei Selbstbefruchtung neben den Heterozygoten AB nicht auch die Mutterarten als lebensfähige Homozygoten wieder hervorgehen? Wir können uns nur mit einer Annahme helfen: die Komplexe A und B werden im Bastard durch Faktorenaustausch so verändert, daß sie nicht mehr in homozygotischer Verbindung verwirklicht werden können. Ob das vorkommt, ist noch nicht geprüft, doch sind dahin zielende Versuche schon eingeleitet. Vorläufig wissen wir das eine sicher, daß heterozygotische Kombinationen mit verschiedener Lebensfähigkeit begabt sein können, je nach der Verbindung, aus der die Komplexe entnommen sind. Wir haben oben gesehen, daß aus der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *muricata* nur die Kombination *velans. curvans* lebensfähig ist, *gaudens. curvans* sehr früh abstirbt. Stellen wir aber die abgeleitete Kreuzung *O. (muric. × Lam.) laeta* × *muricata* her, so erhalten wir die Verbindung *gaudens. curvans* als stattliche, üppig wachsende *gracilis-Form*, die der Verbindung *velans. curvans* an Entwicklungskraft weit überlegen ist. In dem primären Bastard *laeta* hat sich also zwischen den Komplexen *rigens* und *gaudens* ein Faktorenaustausch vollzogen, der sich auch anderweitig bemerkbar macht, und dabei ist der zur Hauptsache noch unzweifelhaft als *gaudens* zu erkennende Komplex in einem Sinn abgeändert worden, daß er sich nun mit *curvans* ohne jede Störung verträgt. Daß umgekehrt eine Komplexverbindung, die wohl lebensfähig ist, wenn man sie durch Kreuzung der Arten gewinnt, schwachwüchsig wird oder die Entwicklungsfähigkeit ganz einbüßt, wenn die Komplexe aus Bastarden entnommen sind, dafür sind auch schon Beispiele bekannt. Wir haben also einigen Grund zu der Annahme, daß in einem Bastard zwischen homozygotischen Arten eine derartige Veränderung der Komplexe vor sich gehen kann, daß homozygotische Verbindungen der Komplexe zum Absterben verurteilt sind. Mit einem Schlag wäre natürlich die Möglichkeit der Homozygotenbildung beseitigt, wenn die Komplexe im Bastard die Eigenschaft der *Heterogamie* erwerben würden.

Zahlenverhältnisse.

Die beträchtliche genotypische Verschiedenheit der haploiden Komplexe, die in einer heterozygotischen *Oenothera*-art oder in einem künstlich

hergestellten Bastard zusammengespannt sind, hat auch mitunter die Folge, daß die Pollenkörner, die mit ungleichem Erbgut ausgestattet sind, also ungleiche haploide Genotypen darstellen, verschiedene Keimungs- und Wachstums- geschwindigkeit oder verschiedene Ausgiebigkeit des Wachstums besitzen, trotzdem sie aus dem gleichen Pollensack, ja aus der gleichen Pollentetrade hervorgehen. Der durchschnittlich rascher oder weiter wachsende Pollenschlauchtypus hat dann natürlich mehr Aussicht zur Befruchtung zu gelangen als der durchschnittlich trägere oder schwächere, und dieser Umstand führt zu einer Störung der Mendelzahlen. Es leuchtet ein, daß die Zahlenverhältnisse zwischen den die Befruchtung ausführenden Pollentypen z. B. von der Menge der Pollenschläuche abhängen müssen, weil bei spärlicher Bestäubung auch die trägeren Pollenschläuche zur Befruchtung zugelassen werden. Die weitgehende Inkonstanz der Zahlenverhältnisse, die bei *Oenothera*-Züchtungen immer wieder auffällt, ist damit entwicklungsphysiologisch erklärt und die Abweichung von den Mendelschen Gesetzen als scheinbar erkannt.

Schluß.

Der Aspekt des *Oenothera*-problems hat sich mit den referierten Erkenntnissen wesentlich verschoben. Die Mutabilität hört auf, die wichtigste Erscheinung in dieser an Vererbungsanomalien so reichen Pflanzengruppe zu sein. Viel bedeutsamer erscheint uns jetzt im Gegenteil gerade die weitgehende Konstanz der als vielfache Heterozygoten erkannten Formen. Das Rätsel der auch sonst beobachteten Konstanz von Artbastarden hat wenigstens hier eine ganz unerwartete, aber für den Mendelianer recht befriedigende Lösung gefunden: durch Faktorenkoppelung herbeigeführte Zweizahl der Keimzelltypen trotz vielfacher Heterozygotie; von Generation zu Generation immer neu wiederholte Bastardbildung; Beseitigung der Homozygoten nach ihrer Bildung, oder Verhinderung der Homozygotenbildung durch geschlechtsbegrenzte Vererbung; kurz, praktische und auch in diesem eingeschränkten Sinn nur angenäherte Konstanz (Mutabilität!) der zur vollen Entwicklung gelangenden Zygoten, nicht Gleichförmigkeit der Keimzellen, wie sie eine im Mendelschen Sinn konstante Sippe auszeichnet. Ob dieses Verhalten ein seltenes Kuriosum ist, oder ob es den gewöhnlichen Vererbungsmodus der noch wenig studierten Artmischlinge darstellt, werden zukünftige Forschungen ans Licht bringen. Um ein beträchtliches Stück zeigt sich jedenfalls schon jetzt der Geltungsbereich der Mendelschen Gesetze erweitert, und es wird immer wahrscheinlicher, daß es eine andere Vererbungsweise nach Kreuzung als die Mendelsche nicht gibt, wenn auch von den klaren Verhältnissen der klassischen Fälle häufig nur noch ein vielfach getrübtetes Bild sich erhält: Die Würfel werden nicht immer auf eine Art ge-

mischt und geworfen, die keine andre Macht als den Zufall wirken läßt, sondern der Wurf wird oft so gelenkt, daß dem Zufall nicht mehr viel Spielraum bleibt, im äußersten Fall so, daß von einer Vielzahl möglicher Kombinationen nur eine einzige Alternative übrig ist. Aber ohne Würfelspiel, ohne entweder oder geht es wahrscheinlich bei der Keimzellenbildung keines Wesens ab, das als Mischling erzeugt ist und unter Beibehaltung der Reduktionsteilung auf geschlechtlichem Weg weiterzeugt. Sobald natürlich z. B. Zeugungsverlust als Folge einer Kreuzung sich einstellt, haben die Mendelschen Gesetze ihre Rolle ausgespielt und hat die Konstanz nichts Auffallendes mehr.

Für das Studium der Mutationerscheinungen, der genotypischen Veränderung der Lebewesen von innen heraus, sind die *Oenotheren* jetzt als die ungeeignetsten Objekte erkannt, die man nur finden kann. Denn wenn einmal eine Abänderung im Erbanlagenbestand eines Individuums — ohne grobe Störung der Chromosomenverhältnisse — vor sich gehen sollte, so haben wir kein Mittel, die echte Mutation als solche zu erkennen und von den gewöhnlichen Spaltungserscheinungen, den Pseudomutationen, zu unterscheiden. Daß echte Mutationen bei den verschiedensten Lebewesen gelegentlich vorkommen, unterliegt kaum einem Zweifel. Aber sie sind sicher recht selten, was das eingehende Studium sehr erschwert, und deshalb ist es höchst bedauerlich, daß wir uns von dem Glauben, bei den *Oenotheren* reichliches und durchsichtiges Material von Mutationerscheinungen dauernd zur Verfügung zu haben, trennen müssen.

Literatur.

- H. de Vries, Die Mutationstheorie, 1. Bd. 1901. 2. Bd. 1903.
 H. de Vries, Gruppenweise Artbildung. 1913.
 H. de Vries, Halbmutanten und Zwillingbastarde. Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. 1917.
 B. M. Davis, *Oenothera Neo-Lamarckiana*, hybrid of *O. Franciscana* Bartl. \times *O. biennis* L. American Naturalist 1916, vol. 50.
 N. Heribert-Nilsson, Die Variabilität der *Oenothera Lamarckiana* und das Problem der Mutation. Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererbungslehre 1912. Bd. 8.
 N. Heribert-Nilsson, Die Spaltungserscheinungen der *Oenothera Lamarckiana*. Lunds Universitets Årsskrift 1915, Bd. 12.
 O. Renner, Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. Flora 1914, Bd. 107.
 O. Renner, Versuche über die gametische Konstitution der *Oenotheren*. Zeitschr. f. Abst. u. Vererbungslehre 1917. Bd. 18.

Die mikroseismische Bewegung.

Von Otto Meißner, Potsdam,
 wissenschaftlichem Hilfsarbeiter am Kgl. Geodät. Institut.

§ 1. Einleitung.

Während die großen, als Erdbeben bezeichneten Bewegungen der festen Erde begreiflicher-

weise schon seit den ältesten Zeiten infolge ihrer oft verheerenden Wirkungen die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen haben, hat man erst in den letzten Jahrzehnten, besonders seit der Einführung des Horizontalpendels durch *Rebeur-Paschwitz*¹⁾, erkannt, daß auch in seismisch ganz ruhigen Gegenden der „feste“ Erdboden so gut wie niemals in vollkommener Ruhe verharret, sondern beständigen, wenn auch sehr geringen und eben nur durch empfindliche Apparate meßbaren Schwankungen unterliegt. Solche Störungen, wenn sie ganz langsam und allmählich erfolgen, bezeichnet man als „bradyseismisch“²⁾; sie haben oft ihren Grund in Sackungen des lokalen Untergrundes, in welchem Falle sie eine allmähliche Verlagerung des Nullpunktes des Apparates bewirken, zum Teil sind sie auch periodischer Natur und beruhen auf einer Ebbe und Flut des festen Erdkörpers, worüber kürzlich von Professor *Schweydar* in dieser Zeitschrift berichtet worden ist. Außer diesen Bewegungen nun und den Aufzeichnungen ferner und naher, sich aber der direkten Beobachtung durch den Menschen infolge ihrer Kleinheit entziehender Erdbeben verzeichnen die Erdbebeninstrumente Störungen von kürzerer Periode, die oft mit großer Gleichmäßigkeit, oft auch rhythmisch an- und abswellend, lange Zeit hindurch anhalten und ganz bestimmt nicht auf Erdbeben zurückzuführen sind; man bezeichnet sie allgemein als „mikroseismische Bewegungen“. Natürlich verzeichnen die Instrumente auch von Menschen oder Menschenwerk herrührende Störungen der verschiedensten Art: jeder in der Nähe des Apparates vorüberfahrende Lastwagen versetzt das Instrument in Schwingungen von sehr kurzer Periode, ebenso wirken die durch industrielle Betriebe hervorgerufenen Störungen. Alle diese „künstlichen“, durch ihre charakteristische Gestalt meist ohne weiteres als solche erkennbaren Störungen, zu denen auch die Explosionen von Pulver- und ähnlichen Fabriken gehören, die die Erdbebenapparate noch auf mehrere hundert Kilometer hin in Bewegung zu setzen vermögen, sind von unseren folgenden Betrachtungen ausgeschlossen.

§ 2. Die Tagesunruhe.

Die eigentlichen mikroseismischen Bewegungen, die, wie gesagt, meistens mit sehr großer Sicherheit sowohl von den ferneren Erdbeben (bei ganz nahen Beben fällt die Trennung oft ziemlich schwer wegen der Übereinstimmung der Perioden beider Erscheinungen) wie von den künstlichen Störungen zu unterscheiden sind, zerfallen nach der Länge ihrer Periode in verschiedene, allmählich leicht auseinander zu haltende Klassen.

Die mikroseismischen Bewegungen mit einer Periode von weniger als etwa 3 Sekunden be-

zeichnet man mit *Hecker* als „allgemeine Tagesunruhe“; man nimmt meist an, daß es sich hier noch um „künstliche“, durch die Zunahme des menschlichen Verkehrs bei Tage herrührende Störungen handelt, so daß sie also streng genommen nicht hierher gehörten. Indes halte ich es aus verschiedenen Gründen nicht für ausgeschlossen, daß ein Teil dieser ganz kurzperiodischen Störungen auf nicht mit dem Verkehr zusammenhängende Bewegungen zurückzuführen ist, womit die Bezeichnung mikroseismische Bewegung auch für diese Klasse von Störungen gerechtfertigt wäre.

§ 3. Die kurzperiodische mikroseismische Bewegung.

Die mikroseismische Bewegung mit Perioden zwischen etwa 3—4 und 8—10 Sekunden ist schon mehrfach eingehend studiert worden. Sie zeigt einen ausgesprochenen jährlichen Gang, indem sie im Sommer fast verschwindet, im Winter dagegen oft eine bedeutende Stärke erreicht. Dieser Umstand sowie die bemerkenswerte Übereinstimmung der Periode dieser Klasse mikroseismischer Bewegung mit der der Meereswellen veranlaßte *Wiechert* zu der Annahme, daß die Brandung die Ursache der mikroseismischen Bewegung sei, für Mittel- und Nordeuropa im besonderen die Brandung an der Südküste von Norwegen. *Gutenberg* glaubt dies auch nachgewiesen zu haben. Untersuchungen von *Hecker* und neuere von mir ließen zwar auch einen Parallelismus beider Erscheinungen erkennen, der aber doch nicht so weitgehend ist, wie es bei einem ursächlichen Zusammenhang zwischen Seegang in Norwegen und mikroseismischer Bewegung zu erwarten wäre; es kommt z. B. vor, daß in Norwegen starker Seegang, in Mitteleuropa dagegen keine oder nur sehr schwache mikroseismische Bewegung herrscht, und umgekehrt. Allerdings sind diese Fälle nicht häufig; im großen und ganzen ist, wie bereits eben bemerkt, ein paralleler Gang erkennbar, so daß ein, wenn auch indirekter Zusammenhang jedenfalls vorhanden ist.

Die Stärke dieser mikroseismischen Bewegung ist von der Größenordnung eines tausendstel Millimeters, kann aber in Perioden starker Unruhe bis auf mehr als ein hundertstel Millimeter steigen. Die Periode der einzelnen Wellen wächst, von einigen Ausnahmen abgesehen, mit der Stärke der Bewegung. Bei größerer Intensität findet fast stets im Verlaufe einiger Minuten ein rhythmisches Anschwellen und Abflauen der Bewegung statt, was den Aufzeichnungen ein charakteristisches Aussehen gibt.

Oft schwillt, und zwar in ganz Mitteleuropa, im Verlauf weniger Stunden die mikroseismische Bewegung zu bedeutender Stärke an, hält sich einige Zeit, oft mehrere Tage, annähernd auf gleicher Höhe und nimmt dann ab, gewöhnlich aber weniger schnell, als sie gewachsen ist. Solche Fälle kommen von September bis April vor; im

¹⁾ Vgl. Prof. *Schweydar*, Über die Elastizität der Erde. Die Naturw. 1917, Heft 38.

²⁾ *βραδύς* = langsam.

Sommer ist, wie gesagt, die Erscheinung wenig auffallend, und etwa 25 Tage der Sommermonate sind überhaupt frei von meßbarer mikroseismischer Bewegung der in Frage kommenden Periode, die, wenn sie zu dieser Jahreszeit überhaupt auftritt, meist 4 Sekunden beträgt, während sie im Winter bei großer Unruhe bis auf 8, ja 10 Sekunden steigt.

Auch ein *täglicher* Gang dieser mikroseismischen Bewegung ist vorhanden, natürlich nur im Winter. Er beträgt allerdings nur einige zehntausendstel Millimeter, ist doch aber meist schon auf den Registrierbögen ohne weiteres erkennbar. Dabei ist zu bemerken, daß die übliche Vergrößerung ungefähr 200fach ist: freilich hängt sie noch von der Dämpfung und der Eigenperiode der Pendel ab, doch braucht hier wohl nicht näher darauf eingegangen zu werden.

Nun habe ich kürzlich in einer in den „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie“ erscheinenden Arbeit auch die mikroseismische Bewegung an mehreren *russischen* Stationen, nämlich Pulkowa, Taschkent und Irkutsk, untersucht. Dort hatte der unlängst verstorbene, als Theoretiker wie als Praktiker gleich hervorragende Fürst *Galitzin* in den letzten Jahren vor Kriegsausbruch moderne Apparate, nach einer von ihm selbst erfundenen Konstruktion mit aperiodisch gedämpften Pendeln und galvanometrischer Registrierung (bei sehr großer Registriergeschwindigkeit) aufstellen lassen. Aus ihren Aufzeichnungen geht hervor, daß überall, auch in Irkutsk, also tief im Innern von Sibirien, die mikroseismische Bewegung dieselbe Jahresperiode mit einem Maximum im Winter und einem Minimum im Sommer besitzt wie in Mitteleuropa. Dafür kann man aber doch unmöglich noch den Seegang in Norwegen verantwortlich machen wollen! Allerdings nimmt die Intensität der mikroseismischen Bewegung von Pulkowa bei Petersburg nach Sibirien hin stark ab, aber der jährliche Gang bleibt, wie gesagt, genau derselbe.

Da nun dieselbe jährliche Periodizität an allen von mir untersuchten Stationen, von Upsala in Schweden bis Graz in den Alpen, von Hamburg an der Nordsee bis Irkutsk in Sibirien auftritt, an eine ursächliche Beeinflussung durch die Meeresbrandung nach dem bereits Ausgeführten aber nicht zu denken ist, bleibt nur übrig, die *Unruhe des Luftmeeres* als Erklärungsursache heranzuziehen. Tatsächlich fand ich denn auch, daß an den Tagen mit starker mikroseismischer Bewegung in Potsdam zwischen Nord- und Südeuropa große Luftdruckdifferenzen bestanden, während sie an mikroseismisch ruhigen Tagen sehr viel kleiner waren. Zu ähnlichen Ergebnissen sind auch andere Forscher, wie *Folie* in Brüssel, gelangt. Zwar ist die Luft 770-mal leichter als das Wasser, aber der Einfluß des Luftdrucks erstreckt sich flächenhaft über Mil-

lionen von Quadratkilometern, während die Brandung zwar mit unvergleichlich viel größerer Gewalt, aber nur linear, an der Küste, arbeitet. Daß unmittelbar an der Küste die mikroseismische Bewegung von der Brandung stark beeinflusst wird, ist selbstverständlich: aber weit ins Innere kann dieser Einfluß nicht gehen. — In welcher Weise die Luftdruckänderungen den Erdboden in Schwingungen von so regelmäßiger Art, wie sie beobachtet werden, versetzen, ist bisher noch nicht mit Sicherheit festzustellen gewesen. Die Zukunft muß hier Aufklärung bringen. Vielleicht handelt es sich um Eigenschwingungen großer Teile des eurasiatischen Kontinents: daß die Periode dieser Schwingungen nicht konstant ist, sondern mit der Intensität zunimmt, kann damit immerhin vereinbar sein.

§ 4. Windstörungen.

Bei der eben behandelten Art mikroseismischer Bewegung ist die Stärke des örtlichen Windes nicht von maßgebendem Einfluß. Nur *Pechau* erklärt sie als durch die Windverhältnisse der Station hervorgerufen, aber dann bliebe die gleichmäßige Zu- und Abnahme über weite Ländergebiete völlig unerklärt. Tatsächlich verhält es sich damit ebenso wie mit dem Seegang: es ist ein ungefährer Parallelismus zwischen mikroseismischer Bewegung und Windstärke vorhanden, wie das auch gar nicht anders sein kann, da große Luftdruckunterschiede zwischen Nord- und Südeuropa in der Mehrzahl der Fälle bei uns auch lebhaftere Luftbewegung zur Folge haben, aber ein direkter Zusammenhang besteht nicht, und es herrscht sogar z. B. in Potsdam bei starker mikroseismischer Bewegung oft ganz ruhiges Wetter, wenn nämlich die Station im Bereiche eines barometrischen Maximums über Südosteuropa liegt, während über den britischen Inseln der Luftdruck tief ist. Da bei dieser Wetterlage bei uns im Winter in der Regel Frostwetter herrscht, hat man auch wohl den Bodenfrost als Ursache der mikroseismischen Bewegung angesprochen, aber gleichfalls zu Unrecht, denn es kommen selbst im Winter Zeiten vor, wo trotz starker mikroseismischer Bewegung ganz Mitteleuropa nahezu frostfrei ist, wie eine schon 1905 von *Hecker* unter meiner Mitwirkung ausgeführte Untersuchung gezeigt hat.

Mikroseismische Bewegungen mit Perioden von 10 bis 20 Sekunden sind sehr selten. Dagegen zeichnen Instrumente mit dafür geeigneter, nämlich nicht zu kleiner Eigenperiode und bei passender Registriergeschwindigkeit mit großer Deutlichkeit Wellen mit Perioden von etwa 25 bis 40 Sekunden, deren Intensität in unzweideutiger Weise mit der Windstärke auf der Station zusammenhängt. Sie sind nach *Hecker* „als eine Folge der Reibung des bewegten Luftmeeres an der Erdoberfläche“ aufzufassen. Die Ab- und Zunahme dieser Klasse mikroseismischer Bewegung mit der Windstärke tritt sogar bei einer

Vergleichung der *Stundenmittel* von beiden Erscheinungen aufs deutlichste hervor. Interessant ist dabei noch, daß bei gleicher Windstärke die mikroseismische Bewegung in Potsdam im Sommer stärker ist als im Winter; ich möchte uns darauf zurückführen, daß der Laubwald, der die Potsdamer Station umgibt, im Sommer wegen der Belaubung dem Winde mehr Angriffsflächen bietet als im Winter, und die Erschütterungen der Bäume mittels der Wurzeln sich dann auch stärker auf den Erdboden übertragen. Die Amplitude dieser mikroseismischen Bewegung kann an windigen Tagen bis auf 1 zwanzigstel Millimeter steigen, ist also verhältnismäßig ziemlich beträchtlich. Die *Form* der Wellen ist stets sehr unregelmäßig, während die mikroseismische Bewegung von kurzer Periode fast immer regelmäßige Sinuswellen zeigt.

§ 5. Pulsationen.

In den Aufzeichnungen von Pendeln mit geringer Registriergeschwindigkeit, wie sie zum Studium der Deformation des festen Erdkörpers durch die Anziehung von Sonne und Mond verwandt werden, findet man nicht selten noch viel längere Wellen von mehreren Minuten Periode. Obwohl man auch dieser Erscheinung wiederholt sein Augenmerk geschenkt hat, ist man doch noch nicht zu einem bestimmten Ergebnis bezüglich der Ursache dieser „Pulsationen“, wie sie von *Rebeur-Paschwitz* genannt hat, gekommen. Es scheinen aber auch hier Luftdruckänderungen mit im Spiele zu sein.

Es ergibt sich somit die interessante Tatsache, daß alle 3 behandelten Klassen mikroseismischer Bewegung mit mehr oder weniger großer Sicherheit auf den Einfluß des Luftdrucks, genauer der Luftdruckänderungen, zurückzuführen sind, denn der Wind selbst entsteht ja auch nur infolge von Luftdruckschwankungen.

Wegen des mit dem Barometerstande veränderlichen Gewichtes der auf dem Erdboden lastenden Luftsäule müssen die Luftdruckschwankungen auch Deformationen des Bodens hervorrufen, worauf *G. Darwin* zuerst aufmerksam gemacht hat. Solche Störungen wären also als bradyseismische zu bezeichnen. Eine von mir durchgeführte Rechnung zeigte jedoch, daß wenigstens in Potsdam diese Deformationen mit den heutigen instrumentellen Hilfsmitteln nicht meßbar sind (*Das Wetter*, 24. Jahrgang, S. 258 bis 263).

Einige Literatur:

- Hecker*, Seismometrische Beobachtungen in Potsdam 1905.
Galitzin, Vorlesungen über Seismometrie. Teubner, Leipzig 1914.
Günther, Luftdruckschwankungen usw., Beiträge zur Geophysik Bd. 2 (1895).
Gutenberg, Beiträge zur Geophysik, Bd. 11 (1911), S. 314—353.
Mainka, Physikalische Zeitschrift, 14. Jg. (1913), S. 555—557.

- Pechau*, ebenda, 15. Jg. (1914), S. 415—416.
Meißner, ebenda, 17. Jg. (1916), S. 400—402; 18. Jg. (1917), S. 73—75.
Verschiedene Abhandlungen in den Berichten der österreichischen Erdbebenkommission (seit 1904).

Besprechungen.

Röhmnn, F., Die Chemie der Cerealien in Beziehung zur Physiologie und Pathologie. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1916. 28 S. und 7 Abbildungen. Preis M. 1,50.

In vielen Hunderten von Einzeluntersuchungen wurde der Gehalt der verschiedenen Getreidearten an Trockensubstanz, „Rohprotein“, „stickstofffreien Extraktivstoffen“, „Fett“, „Rohfaser“ und „Asche“ festgestellt. Sie genügten dem Landwirtschaftler, um die Getreidearten miteinander zu vergleichen und den Einfluß der Kultur auf die Eigenschaften einer besonderen Getreideart zu ermitteln. Dieselben Methoden fanden Anwendung auf die Untersuchung der Mehle und der aus ihnen hergestellten Backwaren. Nach ihnen beurteilte zunächst auch der Physiologe den Nährwert. Es kommt aber nicht allein auf die Stoffe an, welche das Nahrungsmittel enthält, sondern auch auf den Umfang, in dem diese von der Darmwand aufgenommen werden. In dieser Beziehung stellte sich bei dem Vergleich der verschiedenen Brotarten heraus, daß die Ausnutzung der stickstoffhaltigen Substanz bei Genuß von Brot, das aus feinen, besonders Weizenmehlen hergestellt wird, sich als wesentlich günstiger erweist, als bei Genuß von groben, mehr oder weniger „Kleie“ enthaltenden Broten. Der Grund liegt darin, daß die stickstoffhaltigen Stoffe der Kleie in Zellen liegen, die bei dem gewöhnlichen Mahlverfahren nicht zertrümmert werden, und Zellwände besitzen, welche im Darm des Menschen nicht aufgelöst werden. Diese Verluste sind so beträchtlich, daß *M. Rubner* noch nach Beginn des Krieges mit einem gewissen Recht die Ansicht vertreten konnte, daß es besser sei, die Kleie für die Fütterung der Tiere, in deren Darm sie durch Bakterienwirkung aufgeschlossen wird, zu verwenden, als für die Ernährung des Menschen. Trotzdem mußte unter dem Zwange der Verhältnisse das Korn in so weitem Umfange ausgemahlen werden, daß die gesamte Bevölkerung Deutschlands zum Genuß von Vollkornbrot gezwungen war. Der wiederholte Hinweis auf die schlechte Verwertung der Kleie im menschlichen Darm hatte aber das Gute, daß die Bestrebungen, welche darauf ausgingen, durch Änderungen der Mahltechnik bzw. durch Änderung in der Technik der Brotbereitung eine möglichst vollkommene Ausnutzung des Brotstickstoffs zu erreichen, einen neuen Antrieb erhielten. Im Großschen Verfahren wird durch unmittelbare Verarbeitung des Korns, also unter Umgehung des Mahlens, das Growittbrot gewonnen, das, trotzdem es die Kleiebestandteile enthält, in bezug auf Geschmack und Verdaulichkeit allen Ansprüchen genügt.

Freilich ist auch hier — und auch von den feinsten Brotarten gilt dies — die Ausnutzung des Stickstoffs schlechter als bei Fleisch, Milch oder Eiern. In Mehl und Brot sind neben den verdaulichen Nahrungsstoffen recht erhebliche Mengen mehr oder weniger unverdaulicher Nahrungsstoffe vorhanden, welche diese „Verdaunungsdepression“ bewirken. Aber auch nach der Enthülsung bleiben im Korn Zellulose und

Hemizellulosen (Pentosane) zurück. Sie hüllen die verdaulichen Nährstoffe ein und sind entweder hierdurch oder dadurch, daß sie den Darm zu stärkerer Absonderung anregen, die Ursache für den größeren Stickstoffverlust durch den Kot. Sie selbst fallen im Dickdarm der Zersetzung durch Spaltpilze anheim. 25—40—50 % verschwinden hierbei nach den Versuchen von *M. Rubner*. Es bilden sich Säuren, die resorbiert und verbrannt werden, hierdurch wärmeersparend wirken und so einen gewissen Nährwert haben, neben Gasen, die meist ungenutzt den Körper verlassen. Die Nahrungsstoffe, welche so gewonnen werden, sind gering. Der Umfang der Gärung im Darm bei Genuß von Brot scheint beeinflusst zu werden durch die Art der Gärungsführung bei der Herstellung des Brotes. Der „Sauer“ wird heutzutage noch empirisch „angestellt“ und ermangelt noch der sicheren bakteriologischen Kontrolle. Manche Klagen über das Vollkornbrot scheinen hiermit im Zusammenhang zu stehen.

Da die weißen Mehle einen geringeren Gehalt an unverdaulichen Zellwandstoffen besitzen, so liegt auch hierin eine gewisse Berechtigung dafür, daß sie vom Volke mehr und mehr den dunklen und den Vollkornmehlen vorgezogen wurden.

In bezug auf den Nährwert besteht aber ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen den kleiefreien Mehlen und dem Vollkornmehle. Die stickstoffhaltigen Substanzen im weißen Mehlkorn sind andere als die der Kleie. Der Kleber enthält neben einem in verdünntem Alkohol unlöslichen Eiweißstoff einen in Alkohol löslichen, der Weizen und Roggen das Gliadin, die Gerste das Hordein. Die letzteren unterscheiden sich von den tierischen Eiweißstoffen, wie sie in Fleisch, Milch, Eiern enthalten sind, dadurch, daß sie bei der hydrolytischen Spaltung (Kochen mit starken Säuren) nicht alle Spaltungsprodukte liefern, welche aus jenen entstehen. Das Gliadin und Hordein, ebenso beim Mais das Zein sind „unvollständige“ Eiweißstoffe. Hierdurch wird es leicht erklärlich, daß diese Eiweißstoffe für die Ernährung der Tiere nicht ausreichen. Wie die Versuche von *L. B. Mendel* zeigen, tritt bei jungen Ratten sehr bald Wachstumsstillstand ein, wenn man sie mit einer Nahrung füttert, die als Eiweiß nur Gliadin, Hordein oder Zein enthält. Setzt man aber der Nahrung als „Ergänzungstoffe“ die Stoffe hinzu, welche den fehlenden Spaltungsprodukten entsprechen, so fangen die Tiere wieder zu wachsen an.

Die Ergänzungstoffe scheinen aber auch in der Kleie enthalten zu sein. Seit lange weiß man, daß Tiere, die bei Fütterung mit Weißbrot auf die Dauer nicht gedeihen, sich dauernd gesund erhalten lassen bei Fütterung mit Schwarzbrot. Und in völliger Übereinstimmung mit dem Tierversuch stehen die Beobachtungen *Hindhodes* am Menschen, nach denen diese dauernd gesund und zu den größten körperlichen Leistungen befähigt blieben, wenn ihre Nahrung Vollkornbrot, aber nicht, wenn sie Weißbrot enthielt.

Bekannt ist ferner aus den Beobachtungen und Untersuchungen der letzten Jahrzehnte, besonders seit den grundlegenden Versuchen *Eijkmans*, daß die früher in Ostasien weitverbreitete Beri-Beri-Krankheit auf dem einseitigen Genuß von poliertem Reis beruht und daß man sie vermeiden oder heilen kann durch den Genuß der Reiskleie.

C. Funk glaubte diese Tatsache durch die Annahme von „Vitaminen“ erklären zu können, kompliziert zu-

sammengesetzten, stickstoffhaltigen Substanzen, die Fermenten ähnlich im Stoffwechsel als Katalysatoren funktionieren und ganz allgemein für die Zersetzung der eigentlichen Nahrungsstoffe im Leben der Zellen unentbehrlich sein sollten. Er versuchte auch, solche Stoffe aus der Reiskleie u. a. zu gewinnen. Beweisen diese Versuche auch nicht das, was *C. Funk* beweisen will, so kann man sie doch als einen Hinweis darauf betrachten, daß Stoffe in der Reiskleie enthalten sind, welche die beim ausschließlichen Genuß von poliertem Reis entstandenen Krankheitssymptome beseitigen.

Die Hypothese, daß in der Aleuronschicht der Kleie „Ergänzungstoffe“ für die „unvollständigen“ Eiweißstoffe des Endosperms enthalten sind, gewährt auch einen neuen Gesichtspunkt zur Beurteilung der Bedeutung, welche diese Schicht für das Getreidekorn und entsprechende Schichten für andere Samen haben. Man darf annehmen, daß die Zellen, welche sich bei der Keimung des Embryos auf Kosten der im Korn vorhandenen „Reservestoffe“ bilden, ein Protoplasma besitzen, das „vollständiges“ Eiweiß enthält. Ist nun das Reserveeiweiß des Endosperms im ganzen unvollständig, so können die zum Aufbau des Protoplasmas nötigen „Ergänzungstoffe“ nur von den Aleuronschichten herkommen. In der Tat gehen mit der Keimung in ihnen mächtige Veränderungen vor sich, welche sich nach den Beschreibungen, die *G. Haberlandt* gibt, besonders auch auf die in ihnen enthaltenen Eiweißstoffe beziehen. Diese scheinen, vermutlich durch Proteasen, in Lösung zu gehen. Die Umwandlungsprodukte scheinen aus den Zellen auszutreten und dem wachsenden Keim zugeführt zu werden. Die Kleberschicht ist sicherlich nicht nur „ein Diastase ausscheidendes Drüsengewebe“.

Die Ergänzungstoffe, deren der Mensch beim Genuß der „unvollständigen“ Eiweißstoffe des kleiefreien Mehls bedarf, können ihm außer in der Kleie in den verschiedensten anderen pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln zugeführt werden. Daß ein Mensch bei einer rein vegetarischen Kost gesund und leistungsfähig bleiben kann, ist sicher. Sie ist im allgemeinen nicht gesünder als eine Kost, in der die Nahrungsstoffe zweckmäßig auf Brot, Fleisch, Gemüse und Obst verteilt sind. Brot und Vegetabilien sind aber billiger als Fleisch. Eine Begünstigung des Genusses von Vollkornbrot empfiehlt sich wesentlich aus wirtschaftlichen Gründen.

Bei der populären Propaganda für das Vollkornbrot spielen unter anderem auch die „Nährsalze“ eine große Rolle. Man stützt sich auf die Angabe, daß der Gehalt der Kleie an Asche größer sei als der des Mehlkorns. Für die Ernährung des Menschen kommt es aber hierbei weniger auf die Gesamtmenge der Asche an, als auf ihre Bestandteile. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß, wie in allen pflanzlichen Nahrungsmitteln, so auch im Getreidekorn das Mischungsverhältnis der Salze ein anderes als im Tierkörper ist. Es überwiegen die Kalium- und Magnesiumsalze über Natrium und Calcium, während im Tierkörper das umgekehrte der Fall ist. Erst Zusatz von Chlornatrium sowie der Genuß von Obst und Gemüse schaffen den Ausgleich, ebenso wie diese bei einer aus Fleisch, Fett, Zucker und weißem Brot bestehenden Nahrung einen Mangel an den nötigen Salzen verhüten müssen.

Neben der Kleie und dem Mehlkern ist auch sowohl der ruhende wie der sich entwickelnde Getreidekeimling Gegenstand der biochemischen Untersuchung gewesen. Hier sei nur erwähnt, daß aus Maiskeimlingen schon seit längerer Zeit in Deutschland durch Auspressen

ein Öl gewonnen wird, das in Italien anscheinend zum Verfälschen von Olivenöl Verwendung findet. *Buckhaus* empfiehlt zur Milderung der jetzigen Fettnot auch die Gewinnung von Fett aus Roggen- und Weizenkeimlingen. Dies erscheint aber nur dann berechtigt, wenn das Korn unter Entfernung der Keimlinge vermahlen wird. Wird aber das ganze Korn — unter Ausschluß nur der äußeren Zellhaut — in der einen oder anderen Weise zu Brot verarbeitet, gelangt also hierbei schon an sich der Keim mit seinem „Fett“ in das Mehl oder Brot, so ist, rein vom Standpunkt der Ernährungsphysiologie betrachtet, nicht recht einzusehen, warum unter Aufwendung einer nicht unbeträchtlichen Arbeit die kleine Menge Fett aus einem Teile des Korns herausgeholt werden soll, um es nachträglich wieder auf das Brot zu streichen. Die Keimlinge, besonders die nicht entfetteten, in Friedenszeiten zu einem Nährpräparate, wie *V. Klopfers* Materna, zu verarbeiten, erscheint dagegen recht zweckmäßig.

Wie man sieht, bietet die Chemie der Cerealien noch ein weites Feld für fruchtbare physiologisch-chemische Forschung.

Autoreferat.

Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume. 2. umgearb. Aufl. Jena, G. Fischer, 1917. Gr. 8. VIII, 340 S. und 129 Abb. im Text. Preis M. 9.—

Das rühmlichst bekannte Werk von *Büsgen* liegt in zweiter Auflage vor. Die großen Fortschritte, die die Morphologie und vor allem die Physiologie und Ökologie der Bäume in den letzten Jahren aufzuweisen haben, machten eine völlige Neubearbeitung nötig. Wer sich über diese Gebiete unterrichten will, wird in dem anziehend geschriebenen Buche einen zuverlässigen Ratgeber finden. — Der Verfasser teilt seine Materie in 13 Kapitel. Das erste, betitelt „Die Gestalt des Baumes“, behandelt die allgemeinen Wachstumserscheinungen und ihre Abhängigkeit von den jahreszeitlichen Einflüssen, ferner die Baumarchitektonik und ihre Ursachen. Daran anschließend folgen (Kap. II) morphologische und physiologische Erörterungen über die Knospen: Bau und Bedeutung der Knospenschuppen, Anordnung der jungen Laubblätter in der Knospe und Bau des Vegetationskegels, der Vorgang und die Ursachen des Austreibens, winterliche Knospenruhe u. a. Kap. III—VII sind im wesentlichen der Anatomie der Achsenorgane des Baumes gewidmet. Einleitenden Bemerkungen über die Pflanzenzelle im allgemeinen folgt zunächst eine Schilderung der Tätigkeit der Bildungsgewebe (Meristem des Vegetationspunkts, Kambium) und der Differenzierung der primären und sekundären Dauergewebe. Dem schließen sich ausführliche Darstellungen des Holzkörpers, der Rinde, der Jahresringbildung und ihrer Ursachen an. Auch praktische Fragen (anatomische Grundlagen der technischen Eigenschaften der Hölzer) sind berücksichtigt. Kap. VIII behandelt die äußere und innere Morphologie, Physiologie und Ökologie der Laubblätter. Kap. IX die Wurzel. In den folgenden drei Abschnitten (Kap. X—XII) wird über die wichtigen stoffwechselphysiologischen Fragen der Wasserversorgung, der Aufnahme und Verarbeitung der Mineralstoffe und der Stoffwanderung, -wandlung und -speicherung berichtet. Den Schluß bildet ein interessantes Kapitel über Blüten und Früchten der Bäume.

Die ausgiebige Berücksichtigung der biologischen Verhältnisse macht die Darstellung besonders lebend, sie gewinnt vor allem auch dadurch, daß der Verfasser die ihm aus eigener Anschauung bekannten Lebens-

erscheinungen der tropischen Bäume öfters zum Vergleich heranzieht. Es ist unmöglich, den reichen Inhalt des Buches in einem kurzen Referat auch nur anzudeuten. Referent ist überzeugt, daß jeder, der es liest, viele Anregung daraus schöpfen wird, und daß der im Vorwort ausgesprochene Zweck „auf offene Fragen hinzuweisen und zu deren Lösung beizutragen“ erreicht werden wird.

H. Kniep, Würzburg.

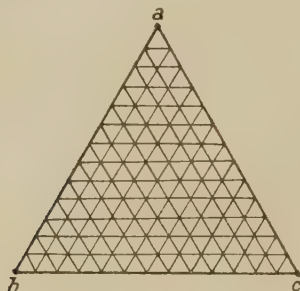
Chemische Mitteilungen.

Über Mineralsynthesen. Im 1. Jahrg. der „Naturwissenschaften“ (Heft 13 und 14) ist von Privatdozent *Dr. J. Uhlig* ausführlich über das Wesen, die Bedeutung und die Methoden der Mineralsynthese berichtet worden. Als Ergänzung zu diesen Ausführungen soll nachstehend ein kurzer Bericht über einen das gleiche Thema behandelnden Vortrag gegeben werden, den Prof. Dr. *E. Baur* (Zürich), bekanntlich einer der fähigsten Vertreter dieses Gebiets, vor einiger Zeit im Schoße der Naturforschenden Gesellschaft Zürich hielt (*Schweiz. Chemiker-Ztg.* Jahrg. 1917, Heft 2). Einleitend schilderte der Vortragende die hauptsächlich materiellen Motiven entspringenden Bestrebungen zur Darstellung künstlicher *Edelsteine*, in denen wir, wie auch *Uhlig* hervorhebt, die ersten Versuche, Mineralien zu synthetisieren, vor uns haben. Die *eigentliche* Mineralsynthese verfolgt andere Ziele; sie hat sich die Aufgabe gestellt, auf dem Wege des Experiments das Werden und die Entstehungsbedingungen der mannigfachen Bestandteile der festen Erdkruste aufzuklären; sie bemüht sich um die Lösung der zahlreichen großen Probleme der chemischen Geologie. Als erstes Beispiel wurde von *Baur* die Entstehung der *Erzlagerstätten* erwähnt. Von den zahlreichen Untersuchungen, die dieser Frage bereits gewidmet worden sind, verdient namentlich jene Interesse, die Aufklärung über den seltsamen Chemismus der sekundären Anreicherung bei Kupfererzlagerstätten brachte. Die Kupfererzlager sind in der Regel so zusammengesetzt, daß als primäre Lagerstätte Pyrit (FeS_2) vorherrscht, in den die Kupfererze eingebettet sind. Aus dem Pyrit entsteht unter der Einwirkung der Atmosphärien an der Oberfläche neben Eisenoxyd Eisenvitriol, das ausgelaugt und in die Tiefe geschwemmt wird, wo es mit den vorhandenen Kupfersalzen der Reihe nach Pyrrhotin ($\text{FeS}[\text{S}_2]$), Chalkopyrit (CuFeS_2), Bornit (Cu_5FeS_4), Covellin (CuS) und Chalkosin (Cu_2S) bildet, in welcher Reihe jede Stufe der *folgenden* gegenüber *unbeständig* ist. Mit den Bildungsverhältnissen der einzelnen Formen und ihrer Ableitung von einander ist man heute dank der oben erwähnten synthetischen Untersuchungen genau vertraut.

Noch interessanter sind die Probleme, die die *gesteinsbildenden Mineralien* bieten, beispielsweise die Frage der Ausscheidungsfolge der verschiedenen Mineralien aus einem Gestein. *Vogt* bewies 1903, daß für die Erstarrung der plutonischen Gesteine die Gesetze der Eutektika maßgebend sind. Hat man ein Gemisch von drei chemisch verschiedenen Mineralien, so kann man alle daraus herstellbaren Mischungen graphisch in einem gleichseitigen Dreieck wiedergeben, dessen Eckpunkte den drei Komponenten entsprechen (vergl. die umstehende Skizze). Auf den drei Seiten lassen sich die *binären*, d. h. aus nur zwei der drei Komponenten zusammengesetzten Gemische auftragen, während die Schnittpunkte der Verbindungslinien den *ternären* Mischungen entsprechen, die sich aus allen

drei Bestandteilen herstellen lassen. Bestimmt man den Erstarrungspunkt der einzelnen Mischungen und trägt man die gefundenen Werte in einem ihrer Höhe entsprechenden Abstand senkrecht über den zugehörigen Punkten ein, so erhält man durch Verbindung der einzelnen Punkte ein Modell der sog. *Erstarrungsflächen*, das im Aussehen einer aus kegelförmigen Gebilden zusammengesetzten Hügellandschaft gleicht. Von einem Endpunkt zum andern ziehen sich Linien, die sich bis zu einem bestimmten, dem Eutektikum entsprechenden Minimum senken. Zwischen allen drei Punkten ziehen sich die sog. *Erstarrungslinien* hin, auf denen die *Erstarrungsendpunkte* liegen, die den Eutektika der ternären Gemische entsprechen und durch die Punkte festgelegt sind, bei denen alle drei Kristallarten (alle drei Phasen) nebeneinander auskristallisieren.

Durch diese, vom Geophysikalischen Institut in Washington ausgebildete Darstellungsart, die eine Unsumme mühsamer und genauester Kleinarbeit erfordert, ist man in der Lage, alle Gesteinsarten nach der Lage ihrer eutektischen Punkte zu klassifizieren. Baur wies eine Anzahl derartiger Modelle vor, so die Systeme Magnesia-Kalk-Kieselsäure, Kalk-Tonerde-Kieselsäure, Diopsid-Plagioklas.



Die nähere Untersuchung solcher Systeme hat auch die wichtige petrographische Frage nach der *magmatischen Differenzierung* ihrer Lösung näher gebracht. Lange Zeit war man im Zweifel über den genetischen Zusammenhang der verschiedenen Gesteine, insbesondere über die Frage, ob die Gesteine sämtlich aus demselben Ur-Magma entstanden sind, oder ob sich das Urmagma zunächst in verschiedene Magmen differenziert hat, aus denen dann ihrerseits die Gesteine auskristallisierten. Von großer Bedeutung für die Entscheidung der Frage ist, daß das Tiefenmagma auch flüchtige Bestandteile, vor allem Wasser, enthält, eine Tatsache, die noch vor einigen Jahren lebhaft bestritten wurde, bis das Washingtoner Institut 1912 einwandfrei nachwies, daß den vulkanischen Gasen reichlich Wasserdampf beigemengt ist, der den Tiefen der Erde entstammt.

Dieses magmatische Wasser spielt (wie Baur ausführte) bei der Gesteinsbildung eine sehr große Rolle. Es ist namentlich von Bedeutung für die Entstehung des wichtigsten Tiefengesteins, des Granits. Im 18. Jahrhundert kam in Frankreich die Vermutung auf, die Basalte seien umgeschmolzene Granite, welche Ansicht de Saussure als erster durch das Schmelzen von Granit vor dem Lötrohr zu beweisen suchte. Das Ergebnis war jedoch nicht der erwartete Basalt, sondern ein dunkles Glas, das sich auf keine Weise „entglasen“ ließ, also nicht zum Kristallisieren zu bringen war. Auch spätere Untersuchungen zeigten, daß weder die Alkali-Feldspate, noch der Quarz, aus denen der Granit zur Hauptsache besteht, jemals aus der Schmelze

auskristallisieren können, so daß man bis vor kurzem bei der Frage nach der Entstehung des Granits vor einem völligen Rätsel stand. Erst in letzter Zeit wurde der Nachweis erbracht, daß der Granit auf ganz andere Weise entstanden ist, als man bisher vermutete, nämlich durch Kristallisation aus einer Mutterlauge, die nichts anderes als das oben erwähnte magmatische Wasser ist. Heute kann man sowohl die Mineralien des Granits, wie die der kristallinen Schiefer, Pegmatitgänge usw. synthetisch darstellen und zwar dadurch, daß man die entsprechenden silikatischen Gemenge bei der erforderlichen Temperatur der Einwirkung von überhitztem Wasserdampf aussetzt (hydrothermale Methode). Das Gemisch wird in eine kleine eiserne Bombe mit aufschraubbarem Deckel gebracht, die man etwa zwei Tage lang auf einer Temperatur von 500° C erhält. Nach der Abkühlung findet man, daß ein mehr oder weniger großer Teil der Beschickung in kristallinische Silikate übergegangen ist, während der Rest sich im ursprünglichen amorphen Zustand befindet. Hervorzuheben ist, daß der Prozeß durch scheinbar ganz geringfügige Umstände (Temperaturschwankungen, katalytisch wirkende Beimengungen u. dergl.) stark beeinflusst werden kann. Die praktische Ausführung solcher Synthesen ist also durchaus nicht so einfach, wie es nach der Beschreibung scheint.

Aus dem skizzierten Problem der Granitentstehung ergab sich als weitere wichtige Frage die nach dem *Verbleib der Granitmutterlauge*. Hier hat der jüngst verstorbene Wiener Geologe Ed. Sueß bahnbrechend gewirkt, indem er gelegentlich eines Vortrags über den Karlsbader Sprudel nachwies, daß alle unsere Thermalquellen postvulkanischen Ursprungs sind und als juvenile, d. h. unmittelbar dem Erdinnern entspringende Quellen aufgefaßt werden müssen. Solche Quellen sind nach v. Richthofen auch die Ursache des Salzreichtums der Ozeane, der unmöglich allein durch Auslaugung der Kontinente durch die Gewässer entstanden sein kann. Dieser Salzreichtum und die juvenilen Quellen sind die besten natürlichen Zeugen dafür, daß sich das Urgebirge auf hydrothermale Wege gebildet hat. Und cum grano salis kann man sagen, daß das Meer die Granitmutterlauge ist.

Den Schluß des Vortrages bildete eine kurze Schilderung des Prozesses der *Salzablagerung aus dem Meere*, eine Frage, die lange Zeit als eine der schwierigsten auf dem weiten Gebiet der physikalischen Chemie galt. Die berühmten Untersuchungen van't Hoffs über die Art der gebildeten Salze, ihre Ausscheidungsfolge und ihre Vergesellschaftung hatten wohl eine genügende qualitative Aufklärung über die dabei herrschenden Verhältnisse gebracht, die sich aber bei weitem nicht mit den quantitativen Verhältnissen deckte. Erst 10 Jahre nach van't Hoffs Tode kam man der Wirklichkeit insofern näher, als man lernte, auch die sekundären Veränderungen, die bei der Verlagerung eines Salzgebirges in größere Erdschichten eintreten, richtig zu würdigen. Ein solcher Salzstock sinkt einerseits durch sein eigenes Gewicht, andernteils durch die Belastung mit überlagerten Sedimenten u. dergl. allmählich in die Tiefe, setzt sich damit höheren Drucken und Temperaturen aus und beginnt dann, in seinem eigenen Kristallwasser zu schmelzen und seine Zusammensetzung zu ändern. Steigt er später infolge irgendwelcher Vorgänge in der Erdkruste in die Höhe, so finden rückläufige Kristallisationen statt, und damit treten weitere Veränderungen ein, die heute sämtlich auf dem Wege des Versuchs festgestellt und nachgeprüft werden können.

W. H.

Methylalkoholgehalt der Sprite. Die immer zahlreicher werdenden Fälle von schweren Augenschädigungen, Erblindungen und tödlichen Vergiftungen durch methylalkoholhaltige Branntweine gewinnen neuerdings auch deshalb vermehrtes Interesse, weil durch die Einführung des Sulfitgesprites im Holz ein Material für die Gewinnung des technischen Alkohols herangezogen wird, das zufolge seines Reichtums an Methylalkohol-estern beträchtliche Mengen des Methylalkohols oder Holzgeistes mit dem Weingeist liefert. Während also bisher der Methylalkohol den Branntweinen immer zugesetzt wurde, sei es als Denaturierungsmittel, zur Verfälschung oder aus sonst einem Grunde, sind jetzt zwei Fälle bekannt, in denen der Holzgeist durch den Darstellungsprozeß selbst im Destillat erscheint. Über den einen Fall, der die besonders in der Schweiz beliebten Tresterbranntweine betrifft, haben wir seinerzeit berichtet (s. *Naturwissenschaften* 1916, S. 523). Daß auch bei der Vergärung der Ablaugen der Papierfabrikation der Holzgeist auftritt, ist ja nicht verwunderlich. Bekanntlich wird der Holzgeist durch die trockene Destillation des Holzes neben Essigsäure und anderen Stoffen gewonnen. Es ist vor allem das Lignin, das solche Methylreste enthält, die in Form des Methylalkohols auch im sogenannten Sulfitverfahren, bei welchem man das zerkleinerte Holz unter Druck mit Calciumbisulfitlösung erhitzt, freigemacht werden. Über den Methylalkoholgehalt des aus den Ablaugen der Sulfitcellulosegewinnung erhaltenen Spiritus berichtete *Hägglund*, der technische Leiter der damals größten Sulfitspirritfabrik zu Bergvik in Schweden (Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol, *Vieweg* 1915). Der rohe Sulfitgesprit enthält nach *Hägglund* über 3 % Methylalkohol und würde noch beträchtlich mehr enthalten können, wenn bei der Alkoholgewinnung nicht ein großer Teil verloren ginge. Denn nach *Bergström* werden pro Tonne Zellstoff nicht weniger als 7 kg Holzgeist in Freiheit gesetzt. Von diesen gehen aber mit den Abgasen der Köcher 2,2 kg verloren, so daß nur 4,8 kg in den Ablaugen verbleiben. 1 Tonne Zellstoff liefert zwar 8–10 m³ Ablaugen, doch können von diesen nach *Hägglunds* Angaben nur weniger als 4 m³ auf Alkohol verarbeitet werden. Ein Teil des Holzgeistes geht auch vor der Gärung dadurch verloren, daß bei der Neutralisation der Ablaugen in die den flüchtigen Holzgeist enthaltende Lösung Luft eingeblasen wird. Man hatte sich in Schweden schon vor dem Kriege von seiten der Sulfitgespritindustriellen bemüht, die Rentabilität des Verfahrens durch Erwirkung der Erlaubnis der Erzeugung von Trinksprit zu erhöhen. Als erste technische Vorbedingung kam die völlige Entfernung des Methylalkohols in Betracht. Obwohl die Siedepunktsdifferenz zwischen dem gewöhnlichen Alkohol und dem Holzgeist kleiner ist als jene, die für die Entfuselung der bisherigen Rohsprit in Frage kam, soll nach *Bergström* die Abtrennung des Holzgeistes durch die modernen Rektifikationsapparate doch gelingen.

G. T.

Die Entdeckung des pigmentbildenden Ferments der Haut ist kürzlich Prof. Bruno Bloch (*Zeitschr. f. physiol. Chem.* 98, S. 226, 1917) gelungen. Die chemische Seite des Problems der Pigmentbildung lag bisher noch recht im argen. Als Muttersubstanzen des Hautmelanins wurden meist Tyrosin, aber auch Tryptophan und Adrenalin angesehen. Als Ursache der

Umwandlung dieser Eiweißabkömmlinge zum Pigment nahm man in Anlehnung an ähnliche Vorgänge bei Pflanzen und niederen Tieren die Anwesenheit eines Ferments, der sogenannten Tyrosinase an. Die, übrigens wenig spezifische, Tyrosinase läßt sich indessen gerade dort, wo das Hautmelanin entsteht, in der Epidermis, nicht nachweisen. *Bloch* fand nun ein streng spezifisches, intrazelluläres, auf die Epidermis beschränktes Ferment, welches nur auf 3,4-Dioxyphenylalanin (von *Bloch* zur Abkürzung mit „Dopa“ bezeichnet) wirkt und daher als Dopaoxydase in die Wissenschaft eingeführt wurde. Die Fermentnatur zeigt sich außer in der Spezifität noch in der Empfindlichkeit gegen Wärme und Fermentgifte. Es handelt sich um ein oxydierendes Ferment, denn bei Abwesenheit freien Sauerstoffs bleibt die Reaktion aus. Diese selbst wird unter dem Mikroskop verfolgt und äußert sich darin, daß Gefrierschnitte der Haut von Menschen oder Tieren in eine wässrige, 1–2 promillige Lösung des Dioxyphenylalanins gelegt, an jenen Stellen, wo dopaoxydasehaltige Zellen vorhanden sind, eine dunkle Färbung annehmen und das Dopamelanin ablagern. Die Reaktion tritt im Gegensatz zu der viel allgemeineren Reaktion der Phenolase nur in epithelialen Elementen der Haut auf, und zwar nur im Protoplasma der Basalzellen, bei starker Reaktion auch in den Stachelzellen der Epidermis, des Follikeltrichters, der Zellen der äußeren Haarwurzelscheide und der Haarmatrix, insoweit diesen Zellen die Fähigkeit, Pigment zu bilden, innewohnt. Das Protoplasma, nicht der Kern dieser Zellen ist als Sitz des melaninbildenden Ferments anzusehen. Die Stärke der Reaktion ist sehr variabel und wechselt je nach Individuum, Rasse, äußeren und inneren Bedingungen, Reizen, physiologischen und pathologischen Veränderungen. Sie ist stets negativ in der Haut und Haaren albinotischer Tiere und in den weißen Partien gefleckter Tiere. Die Dopareaktion gibt also eine Entscheidung darüber, ob eine Zelle die Fähigkeit besitzt, normales Pigment auszubilden. Die Versuche haben bewiesen, daß weder Tyrosin, noch Homogentisinäure, noch Tryptophan, auch nicht Adrenalin und andere dem Dopa noch näher stehende Verbindungen als Muttersubstanzen des Hautpigments in Frage kommen können. Ob das 3,4-Dioxyphenylalanin selbst die Muttersubstanz ist, erscheint zwar nach den bisher veröffentlichten Arbeiten recht wahrscheinlich, ist indessen noch endgültig zu entscheiden, da einige ganz nahestehende Derivate noch zu prüfen sind. Das Dopa ist bisher erst ein einziges Mal natürlich angetroffen worden, nämlich in den Fruchtschalen von *Vicia faba*, in welchen 1913 *Torquati* eine Substanz fand, die bald darauf von *Guggenheim* rein dargestellt und als 3,4-Dioxyphenylalanin erkannt wurde. Bedenkt man einerseits, wie verbreitet Brenzkatechin- und Protokatechuderivate im Pflanzenreiche sind, andererseits, daß ja auch Phenylalanin und andere Aminosäuren erst in freier Form und nur gelegentlich in Pflanzenextrakten nachgewiesen worden waren, ehe ihre allgemeine Verbreitung als Eiweißbausteine erkannt wurde, so liegt die Vermutung nahe, daß auch das Dopa ein allgemeiner Bestandteil der Proteine sei, der nur seiner Zersetzlichkeit wegen (beim Kochen mit Mineralsäuren bildet es leicht melaninartige Produkte) bei der Eiweißhydrolyse und -analyse bisher nicht nachgewiesen wurde.

G. T.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

1. Dezember. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Vortrag des o. Mitgliedes *Seb. Finsterwalder* über Kriegsfotogrammetrie. Es werden die äußeren Bedingungen der Anwendung der Photogrammetrie für Kriegszwecke erörtert und diejenigen Verfahren besprochen, die ihnen genügen, wobei der Luftphotogrammetrie die entscheidende Rolle zufällt. Von den ursprünglichen, nur auf Verbesserung der vorhandenen Karten abzielenden Methoden ausgehend, werden insbesondere jene gewürdigt, die für Neuaufnahmen in Betracht kommen, wie die der Reihenbilder und jene des Zusammenschlusses von Teilbildern eines ebenen Geländes zu einem einheitlichen perspektiven Gesamtbild. Es wird die schädliche Wirkung des üblichen Schlitzverschlusses auf die Richtigkeit der Perspektive von Bildern, die mit bewegter Kamera aufgenommen werden, betont, und auf die Mittel zur Vermeidung derselben hingewiesen.

2. Herr *Rückert* legt eine Untersuchung von *Dr. Stieve* vor: Über die Entwicklung des Ovariales der Dohle (*Colaeus monedula*). In der Arbeit wird gezeigt, daß in normalen, in progressiver Entwicklung befindlichen Follikeln das färbbare Kerngerüst nicht — auch nicht vorübergehend — sich auflöst. Die vielfach beobachtete Zerstörung des Kerngerüsts tritt nur in degenerierenden Follikeln auf.

3. Herr *H. Liebmann* legt eine Arbeit vor, in der untersucht wird, wann eine Schar von ∞^{2n-k} ($1 \leq k < n$) Geraden im R_{n+1} die Gesamtheit der charakteristischen Kurven einer partiellen Differentialgleichung erster Ordnung darstellt. Das Ergebnis lautet: Die Geraden müssen die gemeinsamen Tangenten von k Mannigfaltigkeiten n -ter Dimension sein. Hinzuzufügen ist, daß die Treffgeraden von Mannigfaltigkeiten niedrigerer (m -ter) Dimension als Ausartungen solcher Tangentenscharen mit einzubegreifen sind, wobei die Eigenschaft, eine solche Mannigfaltigkeit zu treffen, als $(n-m)$ -fache Berührung zählt. Zu dieser Hauptforderung treten dann noch Nebenbedingungen, deren analytische Fassung vollständig gegeben wird.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

6. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von *Waldeyer-Hartz*.

Herr *Liebisch* sprach über die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Lichte nach einer gemeinsam mit Herrn *Dr. A. Wenzel* ausgeführten Untersuchung. (Erscheint später.) Die Fortsetzung der auf S. 3—22 dieses Jahrgangs mitgeteilten Arbeit beschäftigt sich mit der quantitativen Analyse der Interferenzfarben, die an Quarzplatten im konvergenten Sonnenlicht zwischen gekreuzten Polarisatoren beobachtet werden, wenn die Begrenzungsflächen der Platten senkrecht oder parallel zur optischen Achse liegen. Diese Farbgemische werden verglichen mit den Interferenzfarben, die unter denselben Bedingungen zwischen parallelen Polarisatoren auftreten. Die entwickelten rechnerischen Hilfsmittel gestatten ferner die lebhaften Farben zu verfolgen, durch welche die vierfachen Airyschen Spiralen ausgezeichnet sind. Den Schluß bildet eine Analyse der charakteristischen Interferenzfarben, die durch das schwache spezifische Drehungsvermögen des Natriumchlorats im parallelstrahligen Sonnenlichte hervorgerufen werden.

6. Dezember. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Roethe*.

Herr *Erdmann* sprach über Inhalt und Bedeutung des Begriffs der Kontinuität bei Leibniz. Vorangeschickt werden orientierende Bemerkungen über die Quellen zur Leibnizischen Philosophie. Das Leibnizische Kontinuitätsprinzip, der Grundbegriff seiner analysis infiniti, setzt die durchgängige Kontinuität des Geschehens voraus. Der im Kontinuitätsprinzip formulierte mathematische Begriff der Funktion beherrscht in ausgesprochener Weise Leibnizens Lehre von der Welt der Erscheinungen. Aber der in diesem Prinzip vorausgesetzte, von Leibniz noch nicht ausreichend analysierte Begriff der Kontinuität aller Veränderungen ist ebenso grundlegend für seine Lehre von der Welt der aktuell unendlich vielen substantiellen Monaden, aus deren nur teleologisch zu begreifendem Zusammenhang die Welt der Erscheinungen „resultiert“. Er bestimmt damit auch das Verhältnis der beiden Welten zueinander. (Dieser Teil erscheint später.)

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

6. Dezember. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. *J. Herzig* übermittelt eine im Chemischen Laboratorium der k. k. Deutschen Universität Prag ausgeführte Arbeit von Prof. *Dr. Hans Meyer* und *Dr. Alice Hofmann*, betitelt: Über die Dissoziation als allgemeine Erscheinung bei Kohlenwasserstoffverbindungen. Aus früheren und aus den hier mitgeteilten Versuchen wird der Schluß gezogen, daß die Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen auch bei gewöhnlicher Temperatur, nach dem Schema $H.R \rightleftharpoons H + R$ zerfallen. Diese Annahme führt zu einer plausiblen Erklärung zahlreicher Reaktionen. Außerdem werden weitere Beobachtungen über pyrogene Zersetzungen mitgeteilt und gezeigt, daß der Dihydrolytidindikarbonsäureester unter dem Einfluß des Lichtes bei gewöhnlicher Temperatur dehydriert wird.

Dr. Rudolf Wagner übersendet eine Mitteilung mit dem Titel: Über Domatienbildungen in den Gattungen *Platycarya* S. & Z., *Pterocarya* Kth. und *Juglans* L. In einer der Schwedischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala 1886 vorgelegten Arbeit hat *Axel N. Lundström* den Begriff des Domatiums aufgestellt. Vertreter sehr verschiedener Familien weisen solche Bildungen auf, deren Kenntnis 1903 durch *Otto Penzig* und *C. Chiabrera* sehr gefördert wurde (*Malpighia*. Vol. XVII, p. 429—448, tav. XVII—XVIII).

13. Dezember. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. *Wegscheider* überreicht zwei Abhandlungen aus dem I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien:

1. Über homologe Dimerkapto benzole (VI. Mitteilung über mehrwertige Merkapthane der Benzolreihe) von *J. Pollak* und *B. Schaudler* +. Aus zwei Disulfochloriden des *m*-Xylols sowie aus dem *p*-Xyloldisulfochlorid wurden die entsprechenden Dimerkaptoxylole sowie Derivate derselben dargestellt. Ihr Verhalten entspricht nicht durchwegs der zu erwartenden Stellung der Merkaptogruppen in den beiden Dimerkapto-*m*-xylole. Die zum Teil mit *A. Wienerberger* studierte Einwirkung von Thionylchlorid auf Sulfochloride wird besprochen.

2. Über substituierte Merkapto benzole (VII. Mitteilung über mehrwertige Merkapthane der Benzolreihe) von *J. Pollak*, *L. v. Fiedler* und *H. Roth*.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 6.

8. Februar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die neueren Ergebnisse der theoretischen Physik und ihre Beziehungen zur Mathematik. Von *Dr. P. Riebesell, Hamburg.* S. 61.

Besprechungen:

Triepel, Hermann, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Autoreferat. S. 66.

Hauser, O., Der Mensch vor 100000 Jahren. Von *E. Werth, Berlin-Wilmersdorf.* S. 66.

Daniel, J. Frank, The Anatomy of Heptanchus Maculatus. The Endoskeleton. Von *S. Becher, Rostock.* S. 67.

Mineralogisch-petrographische Mitteilungen: Analytisch-statistische Untersuchungen. Schmelz-

gleichgewichte in petrographisch wichtigen Systemen. Probleme der flüchtigen Anteile in den Gesteinsmagmen. Kolloidchemie der mineralischen Naturkörper. Salzablagerungen aus dem Meerwasser. Feinbau der kristallisierten Materie. Diamanten in seinen Bildungsbedingungen. S. 67—70.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten: Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Ueber Eierfäulnis. Spektralfammen von sehr großer Leuchtkraft. S. 70—71.

Berichte gelehrter Gesellschaften: Sitzungsberichte der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam. S. 71.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Prof. Dr. Moritz Schlick

Preis M. 2.40

(Siehe Hinweis auf Seite 65)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Ingenieur-Mathematik

Lehrbuch der höheren Mathematik für die technischen Berufe

Von Dr.-Ing. Dr. phil. **Heinz Egerer**, Dipl.-Ing.,
vorm. Professor für Ingenieur-Mechanik und Material-Prüfung an der Techn. Hochschule Drontheim

Erster Band:

Niedere Algebra und Analysis. — Lineare Gebilde der Ebene und des Raumes in analytischer und vektorieller Behandlung. — Kegelschnitte.
Mit 320 Textabbildungen und 575 vollständig gelösten Beispielen und Aufgaben

1913. Preis gebunden M. 12.—

Soeben erschien:

Differential- und Integralrechnung

(Infinitesimalrechnung). Für Ingenieure insbesondere auch zum Selbststudium

Von Dipl.-Ing. Dr. **W. Koestler**, Burgdorf und Dr. **M. Tramer**, Zürich

Erster Teil: Grundlagen. — Mit 221 Textfiguren und 2 Tafeln

1913. Preis M. 13.—; gebunden M. 14.—

Soeben erschien:

Die Differentialgleichungen des Ingenieurs

Darstellung der für die Ingenieurwissenschaften wichtigsten gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen, sowie der zu ihrer Lösung dienenden genauen und angenäherten Verfahren einschließlich der mechanischen und graphischen Hilfsmittel

Von Dipl.-Ing. Dr. phil. **W. Hort**

Ingenieur der Siemens-Schuckert-Werke

Mit 255 Figuren 1914. Preis gebunden M. 14.—

Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie

Von Dr. **Edmund Landau**

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Göttingen

1916. Mit 11 Textfiguren — Preis M. 4.80

Mathematische Abhandlungen

Hermann Amandus Schwarz

zu seinem 50 jähr. Doktorjubiläum am 6. August 1914

Gewidmet von Freunden und Schülern

Mit dem Bildnis von H. A. Schwarz und 53 Textfiguren 1914. Preis M. 24.—

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

8. Februar 1918.

Heft 6.

Die neueren Ergebnisse der theoretischen Physik und ihre Beziehungen zur Mathematik.

Von Dr. P. Riebesell, Hamburg.

1. Die Physik als vierdimensionale Geometrie.

Während von altersher Mathematik und Physik in engster Beziehung zueinander gestanden haben, ist neuerdings durch die Ergebnisse der Relativitätstheorie geradezu eine Vereinigung beider herbeigeführt. Bereits nach dem ersten Ausbau der speziellen Relativitätstheorie behauptete *Minkowski*, daß Raum und Zeit keine selbständige Existenz mehr besäßen und nur eine Union beider Selbständigkeit bewahre, und jetzt ist *Einstein* zu dem Schluß gekommen, daß dem Raum und der Zeit jede physikalische Gegenständlichkeit zu nehmen sei¹⁾.

Zu einer widerspruchslosen Darstellung der Physik gelangt man nach den neueren Anschauungen nur, wenn man im Anschluß an *Riemann* die Welt als eine vierdimensionale Mannigfaltigkeit ansieht. Von jedem Ereignis werden unsern Sinnen vier Zahlen übermittelt durch die quantitativ verschiedenen Eindrücke unserer Sinnesorgane. Die Vierzahl erklärt sich vermutlich durch die Dreizahl der Bogengänge, die die räumliche Richtung übermitteln, und durch die eindimensionalen Empfindungen der Schnecke, die vielleicht als Zeitorgan anzusprechen ist. Wie dem auch sei, jedenfalls ist die Verschiedenheit der Raum- und Zeitkoordinaten lediglich durch die Sinneswahrnehmung veranlaßt; in der Physik erscheint die Zeit, wenn sie richtig aufgefaßt wird, als völlig gleichberechtigt neben den Raumkoordinaten. Daß der Raum selbst dann wieder als dreidimensional und euklidisch aufgefaßt wird, ist ebenfalls lediglich Sache der Gewöhnung und der Einfachheit. Einen absoluten Raum gibt es nicht, ebensowenig eine absolute Zeit. Eigenschaften besitzt der Raum auch nicht, allein die Dinge in ihm verleihen ihm eine Struktur. Erst die Befreiung von den althergebrachten Einschränkungen macht die Physik widerspruchsfrei.

Auf diese Weise erscheint die spezielle Relativitätstheorie als der Ausdruck für die Relativität jeder zeitlichen Richtung. Ebenso wie ein geometrisches Gebilde unverändert bleibt, wenn ich es von den verschiedensten räumlichen Richtungen aus betrachte, so wird ein physikalisches

Gebilde, d. h. ein Naturvorgang, dadurch nicht beeinflusst, daß der Beobachter eine beliebige geradlinige Translation ausführt. In der vierdimensionalen Geometrie, d. h. in der Physik, ist der Übergang von einer Geschwindigkeit auf eine andere dem Übergang von einer räumlichen Richtung auf eine andere vollkommen äquivalent.

Wie aber die geometrische Welt nicht nur verschiedenen Richtungen gegenüber invariant ist, sondern auch bei abwickelbaren Deformationen ihre Eigenschaften bewahrt, vorausgesetzt, daß ich für die Betrachtung die jeder Deformation angepaßten Gaußschen Koordinaten für die Beschreibung der Eigenschaften benutze, so bleibt auch die physikalische Welt beliebigen Deformationen in zeitlicher Richtung gegenüber invariant, d. h. bei ganz beliebigen Bewegungen ändern sich die Naturgesetze nicht, vorausgesetzt, daß ich vierdimensionale Gaußsche Koordinaten benutze und für das Linienelement die allgemeine Riemannsche Gleichung anwende. Dabei ändert sich der Abstand zweier Ereignisse, wie in der Raumgeometrie der Abstand zweier Punkte, je nach dem Raumzeitkrümmungsmaß des betreffenden Weltelementes, ebenso wie in der dreidimensionalen Geometrie nach dem Krümmungsmaß des Raumes. Das Raumzeitkrümmungsmaß ist von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit, d. h. von Weltpunkt zu Weltpunkt, veränderlich und wird durch die Massen oder besser Energien bestimmt, die die Welt erfüllen.

Dabei wird die Welt als kontinuierliche Mannigfaltigkeit aufgefaßt. Bereits *Riemann* hat hervorgehoben, daß bei einer solchen das Prinzip der Maßverhältnisse nicht durch den Raum selbst, sondern von außen her gegeben sein müsse. *Einstein* hat diese äußere Beeinflussung durch seine Vereinigung von Mathematik und Physik geklärt. Allerdings verläßt seine Physik den bisher als real angesehenen Boden der euklidischen Geometrie und der absoluten Zeit, aber, wer der Sache auf den Grund geht, erkennt, daß die bisherigen Grundlagen mit einer voraussetzungslosen Naturerkenntnis wenig zu tun haben. Starre Bezugskörper gibt es jetzt nicht mehr, ebensowenig feste Maßverhältnisse oder bestimmte Uhrenregulierung. Die durch die Gaußschen Koordinaten gebildeten nichtstarrten Bezugskörper ändern sich mit Ort und Zeit, sie werden von *Einstein* jetzt als „Bezugsmollusken“ bezeichnet. Alle sind für die Darstellung der Naturgesetze gleichwertig.

Als einzige Konstante bleibt die Lichtgeschwindigkeit, die aber auch wieder von den Gravitationsfeldern abhängig ist. Inwiefern diese

¹⁾ Wegen der näheren Begründung muß auf das am Schluß gegebene Literaturverzeichnis, insbesondere auf die in dieser Zeitschrift bereits erschienenen Arbeiten, verwiesen werden.

universelle Konstante mit den Grundlagen unserer Zeit- und Raummessung zusammenhängt, ist noch ungeklärt. Wahrscheinlich ist, daß sie in einer Beziehung steht zu dem Gesamtkrümmungsmaß des Raumes, der nach einer neueren Untersuchung *Einsteins*, abgesehen von den zeitlichen und örtlichen Veränderungen, die die Verteilung der Massen hervorrufen, sich als sphärischer Raum darstellen läßt. Von den Astronomen ist bereits vor längerer Zeit *Harzer* für diese Auffassung eingetreten, und die Beziehungen, die früher von *Varicak* und von dem Verfasser dieser Arbeit zwischen der speziellen Relativitätstheorie und der nichteuklidischen Geometrie aufgestellt sind, lassen eine derartige Auslegung zu. Ist allerdings, wie die Quantentheorie glauben machen will, der Raum diskontinuierlich, so verlieren die *Einsteinschen* Untersuchungen ihre Gültigkeit. Dann müßte das Wesen der Maßbestimmung aus der Lichtgeschwindigkeit und der Planckschen Konstanten hergeleitet werden können.

2. Vererbungserscheinungen.

Zu einer weiteren Verallgemeinerung kommt man, wenn man die *Zeitkoordinate* näher betrachtet.

Wirken auf einen Körper im Laufe der Zeit mehrere Kräfte ein, so nimmt man im allgemeinen an, daß für den Endzustand nur der vorhergehende Zustand und die zuletzt wirkende Ursache maßgebend ist. Eine Wirkung der Ursachen in zeitlicher Ferne hält man wie die körperliche Fernwirkung für ausgeschlossen. *Laplace* hat ja bekanntlich diese Auffassung dahin definiert, daß ein Geist, dem alle Kräfte in der Welt bekannt wären, aus einem gegebenen Zustand die gegenwärtigen und vergangenen Zustände der Welt ableiten könnte. Diesem Ideal entspricht denn auch die klassische Mechanik. Mathematisch ausgedrückt heißt das: *alle Naturgesetze müssen durch Differentialgleichungen ausdrückbar sein*, und zwar zunächst durch Differentialgleichungen zweiter Ordnung, da die Kräfte durch die ersten und zweiten Differentialquotienten dargestellt werden.

Diesen Anschauungen scheint auch die Funktionentheorie angepaßt zu sein. Ist $y = f(x)$ als eine Funktion einer unabhängigen Veränderlichen gegeben, so ist nach dem Taylorsche Satz:

$$f(x+h) = f(x) + f'(x) \cdot h + f''(x) \cdot \frac{h^2}{2!} + \dots$$

Das heißt, die Funktion an der Stelle $x+h$ ist, abgesehen von den Stetigkeits- und Konvergenzverhältnissen, bestimmt durch die Funktion an der Stelle x und die sämtlichen Differentialquotienten an eben dieser Stelle. Wenn wir bedenken, daß $f(x)$ eine ganz beliebige Funktion darstellt, so ergibt sich das scheinbar widerspruchsvolle Resultat, daß der fernere Verlauf bis zur endlichen Entfernung h durch die gewissermaßen mikroskopische Struktur der Differentialquotienten an einer andern Stelle bestimmt ist. Wir werden im

letzten Teil dieser Arbeit auf diese Eigentümlichkeit zurückkommen.

Ein Zweifel daran, daß diese Betrachtungen zutreffend sind, ist in der klassischen Mechanik niemals aufgetreten. Alle Naturgesetze galten als Differentialgleichungen, und zwar traten meist die Raumkoordinaten als abhängig von der Zeitkoordinate auf. Ist nun aber der Zustand eines Systems nicht nur von den äußeren Kräften und dem gegenwärtigen Zustand abhängig, sondern auch von früheren Lagen des Systems, so habe ich die Zeit selbst wieder als ein Kontinuum aufzufassen, und wir erhalten Funktionen, die von unendlich vielen Unbekannten abhängen. Analytisch läßt sich eine solche Funktion folgendermaßen definieren:

Bei einem einfachen Integral $\int_a^x f(t) dt$

ist dieses eine Funktion der Grenze x . Die Grenze selbst wird durch Punkte dargestellt. Bei

dem Doppelintegral $\int_a^x \int_b^y f(t, t') dt dt'$

ist die Grenze eine Linie, beim dreifachen Integral wäre sie durch eine Fläche dargestellt usw. Bei mehrfachen Integralen treten also mehrdimensionale Räume als Grenzen auf. Das Integral erscheint somit als eine Funktion, die von allen Werten einer andern Funktion abhängt. Im speziellen Fall der zweiten Dimension ergeben sich auf diese Weise die *Funktionen einer Linie*, die *Volterra* in die Mathematik eingeführt hat. Als geometrisches Beispiel sei die Größe einer Fläche genannt, die von der sie umgebenden Kurve abhängt. Physikalisch wäre beispielsweise die Kraft zu nennen, die eine vom Strom durchflossene Drahtkurve auf einen Magneten ausübt. Aber auch bei allen Nachwirkungs- oder Vererbungsproblemen (elastische Nachwirkung, Hysteresis) spielen diese Funktionen eine Rolle.

Betrachten wir z. B. die elastischen Erscheinungen, so gilt für sie das Hooke'sche Gesetz, nach dem die Deformationen δ den Spannungen s proportional sind, nicht exakt. Entlaste ich beispielsweise einen gespannten Draht, so kehrt er erst langsam in die Ruhelage zurück. Ebenso läßt das Gewicht, welches erforderlich ist, einen Faden bis zu einer bestimmten Länge zu dehnen, mit der Zeit an Größe nach, und drittens ist bei wiederholten Dehnungen die anzuwendende Kraft von den bereits vorher dem System aufgeprägt gewesenen Zuständen abhängig. Wir haben es hier mit den sogenannten *Vererbungserscheinungen* zu tun, die durchaus im Widerstreit mit der Laplaceschen Auffassung stehen. Der zukünftige Zustand des Systems hängt bei ihnen nicht nur von dem gegenwärtigen Zustand und den äußeren Kräften ab, sondern die gesamte Vorgeschichte des Systems ist für den Verlauf maßgebend. Es ist klar, daß *diese Naturerscheinungen nicht durch Differentialgleichungen darstellbar* sind. Es läßt

sich auf sie auch nicht der Taylorsche Satz mit einer endlichen Anzahl von Veränderlichen anwenden. Es versagen alle Methoden, die gewöhnlich für die Ermittlung physikalischer Gesetze angewandt werden; denn wenn ich etwa, wie dies sonst geschieht, die Deformation als Potenzreihe mit unbestimmten Koeffizienten der Potenzen der Spannung ansetze und durch Experimente die Konstanten zu bestimmen suche, so lasse ich dabei die Vererbungserscheinungen außer Acht.

Eine analytische Formulierung dieser Gesetze wird nun aber auf folgende Weise erhalten: Ist δ die Deformation und s die Spannung, so müßte unter Berücksichtigung der Nachwirkung $\delta = a \cdot s + v$ sein, wo v von allen früheren Werten von s abhängt. Fasse ich s als Funktion der Zeit auf, so ist v von allen Werten dieser Funktion abhängig. Um dann eine Darstellung von v zu erhalten, teile ich die Wirkungszeit t in die n Teile t_1, t_2, \dots, t_n . Ich kann dann die Funktionen $t_1 \cdot s_1, t_2 \cdot s_2, \dots$ nach dem Taylorschen Satz entwickeln und erhalte so den Ausdruck

$$\sum_i t_i s_i D_i + \frac{1}{2!} \sum_i t_i s_i \sum_k t_k s_k D_{ik} + \dots,$$

wo mit D die betreffenden Differentialausdrücke der Taylorentwicklung bezeichnet sind. Gehe ich zur Grenze über, indem ich die Intervalle t unendlich klein und die Anzahl der Intervalle unendlich groß nehme, so liefern die Summen Integrale von immer höherer Ordnungszahl. So wird schließlich

$$v = \int_{t_0}^t s(\alpha) v(t, \alpha) d\alpha + \frac{1}{2!} \int_{t_0}^t d\alpha_1 \int_{t_0}^t d\alpha_2 s(\alpha_1) s(\alpha_2) v(t, \alpha_1, \alpha_2) + \dots$$

die als eine verallgemeinerte Taylorsche Entwicklung bezeichnet werden kann. Damit verwandelt sich das Hookesche Gesetz in eine Integralgleichung. Berücksichtige ich nur die Glieder erster Ordnung, so wird

$$\delta(t) = a \cdot s(t) + \int_{t_0}^t s(\alpha) v(t, \alpha) d\alpha.$$

Die durch diese Gleichung wiedergegebene Art der Vererbung wird als lineare Vererbung bezeichnet. Dabei ist die Vererbung von $-\infty$ bis t_0 außer Acht gelassen. $v(t, \alpha)$ ist der Vererbungskoeffizient, er stellt die Deformation dar, die zur Zeit t durch die Einheit der Spannung während des Zeitintervalls $d\alpha$ verursacht wird. Die Lösung der Integralgleichungen, um $s(t)$ oder $v(t)$ zu bestimmen, ist von Volterra auf die Lösung eines Systems von unendlich vielen Gleichungen ersten Grades mit unendlich vielen Unbekannten zurückgeführt.

Im Prinzip scheinen nun, wie man sieht, die reinen Integralgleichungen der Form der Naturgesetze keine neue Art hinzuzufügen, da auch die Differentialgleichungen in der Form von In-

tegralgleichungen geschrieben werden können. Anders wird dies aber in unserem Beispiel der Elastizitätslehre, wenn man von statischen Fragen zu dynamischen übergeht. Ich muß dann die Spannung s ersetzen durch $s - \frac{\partial^2 \delta(t)}{\partial t^2}$ und erhalte die Integraldifferentialgleichung

$$\delta(t) = a \left[s(t) - \frac{\partial^2 \delta(t)}{\partial t^2} \right] + \int_{t_0}^t \left[s(\alpha) - \frac{\partial^2 \delta(\alpha)}{\partial \alpha^2} \right] v(t, \alpha) d\alpha.$$

Bei den meisten dieser Integraldifferentialgleichungen lassen sich die Ableitungen nicht mehr durch Integration wegschaffen, wir haben also einen neuen Typus von Naturgesetzen vor uns. Auch ihre Lösung vollzieht sich, wie die der reinen Integralgleichungen, durch den Übergang von einer endlichen Anzahl diskreter Veränderlicher zum Kontinuum und stellt somit eine neue Art dieses bereits den Anfangsgründen der Infinitesimalrechnung eigentümlichen Übergangs dar. Die Bedeutung der Gleichungen für die Naturwissenschaft liegt darin, daß sie bei allen Vorgängen Anwendung finden müssen, wo neben den äußeren Kräften innere am Werke sind. Betrachte ich z. B. die organische Natur als erzwungene Entwicklung, etwa nach der Anschauung Lamarcks, indem die Entwicklung lediglich durch äußere Kräfte bedingt ist, so würde der Laplacesche Geist die Entwicklung mit Hilfe seiner Differentialgleichungen übersehen können. Sind aber noch andere Kräfte ausschlaggebend — und das biogenetische Grundgesetz sowie die Vererbungsgesetze lassen diese Vermutung als sicher erscheinen —, so sind Integraldifferentialgleichungen nötig und mit ihnen der Übergang zu einer unendlichen Anzahl von Veränderlichen oder zum Kontinuum, über dessen Berechtigung der letzte Abschnitt handeln soll.

3. Das Kontinuum.

Ein eigenartiger Zwiespalt besteht zwischen den Physikern und Mathematikern, wenn man auf das Wesen der Mannigfaltigkeit, die beide als Welt bezeichnen, eingeht. Erstere nehmen eine diskrete Mannigfaltigkeit, letztere eine kontinuierliche an. Schon lange hatte die theoretische Physik mit Molekülen, Atomen, Elektronen gearbeitet, bis neuerdings auch die experimentelle Physik die Existenz dieser Gebilde zweifelsfrei nachwies. Die zahlreichen Bestimmungen der Loschmidtschen Zahl aus den verschiedensten Gebieten der Physik (Gastheorie, Brownsche Bewegung, Strahlungsgesetze, Röntgenstrahlen, Radioaktivität) und ihr übereinstimmendes Ergebnis haben die Lehre von den Atomen aus dem Stadium der Theorie in das der Tatsachen hinübergeleitet. Und die Beziehungen, die zwischen Masse und Energie gefunden sind, haben dazu geführt, die Korpuskulartheorie auch auf die Energie zu übertragen und so zur Quantentheorie Veranlassung gegeben.

Untersuchen wir nun einmal, welche Folge-

rungen diese physikalischen Theorien für den Mathematiker mit sich bringen, der bisher gewohnt war, die Stetigkeit und Differenzierbarkeit seiner Funktionen und Kurven vorauszusetzen, ja der den Übergang vom Diskontinuierlichen zum Kontinuierlichen der ganzen höheren Mathematik zugrunde legte.

Sei es, daß man den Begriff des Differentialquotienten arithmetisch oder geometrisch oder physikalisch einführt, immer nimmt man an, daß der Übergang zur Grenze von einem kleinen, aber endlichen Stück zum unendlich kleinen möglich ist. Daß sich hier schon bei der geometrischen Methode Schwierigkeiten bieten, sehen wir sofort, wenn wir mit Kreide eine Kurve zeichnen und nun mit immer stärkeren Vergrößerungen an sie herangehen, um in jedem Punkt die Tangente zu bestimmen. Daß die Stetigkeit nicht immer die Differenzierbarkeit der Kurven zur Folge hat, wissen die Mathematiker seit langem, und daß auch die Stetigkeit der Kurven eine unzulässige Beschränkung ist, zeigen die Kurven, die in der Praxis vorkommen. Im allgemeinen kann man sagen: Die Kurven, die keine Tangente besitzen, bilden die Regel, die bisher als normal betrachteten die Ausnahme.

Die mathematischen Betrachtungen, die sich an diese Frage anschlossen, schienen zunächst rein theoretische Bedeutung zu haben, während ihnen nach der Korpuskulartheorie ein eminent praktischer Wert beizumessen ist. Betrachten wir z. B. die Kurven, die bei der Brownschen Bewegung von den kleinen Teilchen beschrieben werden. Sobald die gleichmäßige Energieverteilung hergestellt ist, muß die kinetische Energie eines Teilchens gleich der eines Moleküls sein, es ist also

$$\frac{M \cdot V^2}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

d. h. die Geschwindigkeit eines Teilchens

$$V = v \cdot \sqrt{\frac{m}{M}}.$$

Ist das Verhältnis der Massen nun etwa 10^{10} , so wäre

$$V = 10^{-5} \cdot v,$$

beim Wasserstoff als v etwa 2 cm in der Sekunde. Diese große Geschwindigkeit ist unter dem kleinen Gesichtsfeld des Mikroskops natürlich nicht zu beobachten, in Wirklichkeit finden ja auch in der Sekunde etwa 10^9 Zusammenstöße der Moleküle untereinander statt, und, da das Teilchen bedeutend größer ist als ein Molekül, werden zwischen diesem und den Molekülen noch viel mehr Stöße vorkommen. Es ist also unmöglich, die wahre Bahn des Teilchens aufzuzeichnen, sie ist eine Zickzacklinie, deren geradlinige Teilstrecken viel kleiner sind als der Durchmesser des Teilchens. Es sind dies Kurven ohne Tangenten und Differentialquotienten. Gehe ich zu unendlich vielen Stößen über, so erhalte ich Kurven, bei denen gleichsam die Diskontinuität kon-

tinuierlich wird. Natürlich hört die Anwendbarkeit des Taylorschen Satzes auf, aber solange die Anzahl der Unstetigkeitspunkte eine abzählbare Menge darstellt, sind sie nach Borel als „quasianalytische“ Funktionen einer analytischen Darstellung fähig.

Dieselben Betrachtungen lassen sich auch auf solche Eigenschaften der Körper übertragen, von denen man im allgemeinen annimmt, daß sie einen stetigen Verlauf haben. Betrachten wir z. B. die Dichte der Luft in einem bestimmten Punkte. Nehmen wir eine Kugel von der Masse m und dem Volumen v , so ist die Dichte als $m : v$ definiert. Diese Dichte kann ich nur als die *mittlere* Dichte bezeichnen; denn wenn sich unsere Kugel zwischen zwei Molekülen befindet, so ist die Dichte Null, und in den Fällen, in denen die Kugel ganz oder teilweise mit einem Molekül zusammenfällt, nimmt die Dichte Werte an, die von dem Radius der gedachten Kugel abhängen. Lasse ich die Kugel immer kleiner und kleiner werden, so ist im allgemeinen die Dichte Null, und nur in den seltenen Fällen, in denen der Punkt mit dem Kern eines Moleküls zusammenfällt, nimmt die Dichte den Wert Unendlich an. Von einer Stetigkeit kann also keine Rede sein, im Gegenteil, es sind unendlich viele singuläre Punkte bei der Funktion vorhanden, sie schwankt zwischen den Werten Null und Unendlich. Somit würde das Universum als eine diskontinuierliche Mannigfaltigkeit erscheinen, ob von unendlicher oder endlicher Größe, sei dahingestellt. Die Maßverhältnisse müßten durch die Größe der Energieatome bestimmt sein, und die universellen Konstanten: Plancksche Konstante, Loschmidtsche Zahl, Lichtgeschwindigkeit, Krümmungsmaß des Raumes müßten auf eine zurückgeführt werden können. Bis dahin ist aber noch ein weiter Weg, nicht nur in der Physik, sondern auch in der Mathematik, da letztere erst anfängt, ihre Methoden den diskontinuierlichen Vorgängen anzupassen. Mit der üblichen Infinitesimalrechnung kommt man nicht aus. Vorläufig müssen wir uns daher begnügen, die Naturgesetze als Gesetze des durchschnittlichen Verhaltens, als statistische Gesetze, anzusehen, wofür die statistische Mechanik mit der Heranziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung das Vorbild gegeben hat.

Läßt man die Diskontinuität gelten, so wird man es in der Mathematik mit einer großen Zahl von Funktionen einer Veränderlichen zu tun haben, die der Zahl der Moleküle entspricht. Der Übergang zu einer unendlichen Anzahl solcher und damit zu den Funktionen von Funktionen wie wir ihn im 2. Abschnitt bei den Integraldifferentialgleichungen ausgeführt haben, ist nicht mehr zulässig. Die Zahl der Moleküle darf nicht als unendlich groß betrachtet werden, und somit, wie das bisher geschah, die Molekulartheorie nicht vollständig aus der Mathematik ausgeschaltet werden.

Eine andere Frage ist die, ob es überhaupt einen Zweck für den Menschen hat, die statistischen Gesetze in exakte zu verwandeln. Die Probleme, um die es sich hierbei handelt, hat Borel an einem Beispiel erläutert: Der Begriff des Ellipsoids soll auf mehrdimensionale Räume erweitert und eine analytische Gleichung eines solchen Ellipsoids hingeschrieben werden. Die Zahl der Achsen soll durch die Loschmidtsche Zahl gegeben sein. Natürlich ist es für einen Menschen unmöglich, die Gleichung überhaupt hinzuschreiben, geschweige denn sie zu untersuchen. Der Mensch wird sich eine Vorstellung von den Gesetzen, die über derartige Ellipsoide gelten, nur machen können, wenn von den Achsen selbst wieder bestimmte Bedingungen ausgesagt werden können, etwa daß sie sich nicht wesentlich voneinander unterscheiden oder in bestimmter Gesetzmäßigkeit aufeinanderfolgen. D. h. der Mensch wird bemüht sein, die zahlreichen Veränderlichen auf eine geringere Anzahl zurückzuführen oder eine Formel abzuleiten, die den wahrscheinlichsten Zustand oder Mittelzustand sämtlicher Ellipsoide wiedergibt.

Eine derartige Betrachtung läßt sich z. B. bei den Gasgesetzen anstellen. Die Zahl der Zusammenstöße eines Moleküls in der Sekunde ist von der Größenordnung 10^9 , die der Gesamtzahl der Moleküle im Kubikzentimeter von der Größenordnung 10^{18} . Die Funktion, welche die Geschwindigkeitsverteilung in dem betreffenden Raum wiedergibt, wird also eine unstetige Funktion sein, die, wenn sie als Funktion der Zeit aufgetragen wird, eine Treppenkurve ist, bei der in dem Abszissenraum von 1 Sekunde 10^{27} Stufen aufeinander folgen. Die Physiker untersuchen nun aber nur den Gesamtverlauf dieser Kurve, von dem das Gesetz gilt, daß der Logarithmus der Geschwindigkeitsverteilung der Entropie proportional ist.

Diese Fragen hängen unmittelbar mit den neueren Untersuchungen der Psychophysik zusammen: Vermag der Mensch mit seinen Sinnen überhaupt eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit wahrzunehmen oder sind auch unsere Empfindungsreihen sprunghaft? Das Webersche Gesetz scheint für letztere Auffassung zu sprechen. Zwei Empfindungen können als gleich erscheinen, wenn auch die Reize voneinander verschieden sind. Kann ich eine Belastung meiner Hand mit 10 g und eine solche mit 11 g nicht voneinander unterscheiden, ebenso nicht 11 g und 12 g, so würde bei der Anwendung der gewöhnlichen Schlußweise der Analysis die Folgerung gezogen werden müssen, daß überhaupt alle Empfindungen einander gleich sind, was ja offenbar widersinnig ist. Die einfachste Erklärung ist die, daß einer stetigen Reihe von Reizen eine unstetige Reihe von Empfindungen entspricht. Dabei sind aber die Stellen, an denen Sprünge stattfinden, nicht festen Stellen der Reizskala zugeordnet, sondern

Funktionen des Ausgangspunkts und der übrigen Teile der Vorgeschichte. Wir haben es also hier mit Funktionen zu tun, die die Eigenschaften der im 2. und in diesem Kapitel besprochenen vereinigen. Einem Einzelreiz entspricht nicht jedesmal dieselbe Einzelempfindung, die Empfindungskurve darf nicht als gewöhnliche Treppenkurve mit aufeinanderfolgenden Stufen gelten, sondern sie besteht aus lauter geradlinigen Stufen, die aber übereinandergreifen, so daß gleichen Reizen mehrere Empfindungen entsprechen und umgekehrt gleichen Empfindungen verschiedene Reize entsprechen können, je nach dem Ausgangspunkt der Kurve. Es können daher auch diskontinuierliche Reizreihen kontinuierlich wirken, wie ja das kinematographische Sehen zur Genüge zeigt. Die Sprünge in der Kurve sind dabei nicht nur von den absoluten Werten der vorhergehenden Reize abhängig, sondern auch von der Richtung und der Geschwindigkeit, mit der die Änderung vor sich geht, wir werden also zu recht komplizierten Integraldifferentialgleichungen geführt. Hierbei gilt wie in der Physik der Satz, daß ein System nur einer endlichen Anzahl von untereinander verschiedenen Zuständen fähig ist. Es geht sprunghaft aus dem einen dieser Zustände in einen anderen über, ohne durch eine stetige Reihe von Zwischenzuständen hindurchzugehen.

Das alte Wort „natura non facit saltus“ scheint in der organischen wie in der anorganischen Natur gründlich widerlegt. Aufgabe der Mathematik ist es, ihr Rüstzeug den neuen Forderungen der Naturwissenschaft in praktischer Form zur Verfügung zu stellen.

Literatur.

1. E. Borel, Introduction géométrique à quelques théories physiques. Paris 1914.
2. A. Einstein und M. Grossmann, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie, Leipzig 1913.
3. A. Einstein, Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Braunschweig 1917.
4. A. Einstein, Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. (Akademie der Wissenschaften, Berlin 1917.)
5. E. Freundlich, Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Berlin 1916, oder „Naturwissenschaften“ 1916.
6. Th. v. Kármán, Das Gedächtnis der Materie. („Naturwissenschaften“ 1916.)
7. K. Koffka, Probleme der experimentellen Psychologie. („Naturwissenschaften“ 1917.)
8. J. Perrin, Die Atome. Dresden 1914.
9. P. Riebesell, Über die geometrischen Deutungen der Relativitätstheorie. (Mitteilungen der Math. Gesellschaft in Hamburg, 1914.)
10. P. Riebesell, Die Beweise für die Relativitätstheorie. („Naturwissenschaften“ 1916.)
11. M. Schlick, Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Berlin 1917, oder „Naturwissenschaften“ 1917.
12. V. Varicak, Bemerkungen zur Relativtheorie. (Akademie der Wissenschaften, Agram 1914.)
13. V. Volterra, Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der mathematischen Physik. (Archiv der Mathematik und Physik, 1914.)

Besprechungen.

Triepel, Hermann, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Leipzig, G. Thieme, 1917. VII, 224 S. und 168 Textfiguren. Preis geb. M. 7,50.

Der Verfasser verfolgt die Absicht, die Tatsachen der Entwicklungsgeschichte in möglichst knapper Form zur Darstellung zu bringen, ohne so kurz zu werden, daß das Buch auf wissenschaftliche Bewertung keinen Anspruch mehr würde erheben können. Die Erscheinungen der allgemeinen Entwicklungsgeschichte sind etwas breiter behandelt, von der Entwicklung der Organe und Systeme ist nur eine Umrißzeichnung gegeben. Das Buch sucht an manchen Stellen eine selbständige Auffassung zur Geltung zu bringen, die sich mit der landläufigen nicht immer deckt. In diesem Referat sei auf die Beleuchtung hingewiesen, die zwei bedeutungsvolle Fragen gefunden haben, nämlich die Frage nach den Beziehungen zwischen *Ovulation* und *Menstruation*, die in nahem Zusammenhang mit der *Altersbestimmung bei menschlichen Embryonen* steht, und ferner die *Gastrulationsfrage*.

Wichtig ist die Reihenfolge der einzelnen Erscheinungen, aus denen sich der geschlechtliche Zyklus des menschlichen Weibes zusammensetzt. Die Führung hat die periodisch eintretende *Reifung* eines Ovarialfollikels und des eingeschlossenen Eies. An sie schließt sich das Platzen des Follikels mit dem Austritt des Eies, die *Ovulation*, an und weiterhin die Bildung des *Corpus luteum*. Der gelbe Körper bereitet nach der Auffassung *Borns* (des mittelbaren Amtsvorgängers des Verfassers) durch seine innere Sekretion die Uterusschleimhaut zur Aufnahme des befruchteten Eies vor. Ist kein befruchtetes Ei vorhanden, so kommt es zu Blutungen aus der blutüberfüllten Schleimhaut, zur *Menstruation*. Im Falle einer Schwangerschaft hat es nur einen Sinn, von einer Beziehung zu reden zwischen Ovulation und der ersten Menstruation, die ausgeblieben ist, während diejenige Menstruation, die als letzte eingetreten ist, und die Ovulation, von der das Ei stammt, zu verschiedenen Geschlechtszyklen gehören. Trotzdem sucht man aus praktischen Gründen bei Schwangerschaft den ersten Tag der letzten Menstruation festzustellen. Hierdurch kann der Arzt von Embryonen, die er bei Frühgeburt oder durch Operation in die Hand bekommt, das „*Menstrualalter*“ bestimmen. Dieses ist aber nicht identisch mit dem „*wahren Alter*“. Das wahre Alter ist vom Ovulationstermin an zu rechnen, denn die Befruchtung findet unmittelbar oder sehr kurze Zeit nach dem Follikelsprung statt. Die Ovulation erfolgt zwischen zwei Menstruationen, während des Intervalls. Die Lage des Termins zeigt beträchtliche individuelle Schwankungen, in Zusammenhang mit der Verschiedenheit der Dauer des Geschlechtszyklus. Im Mittel findet die Ovulation zwei Wochen nach dem Beginn einer Menstruation statt, und um denselben Betrag weicht das wahre Alter von Embryonen von ihrem Menstrualalter ab. Dasselbe Verhältnis zeigt sich beim Vergleich von *Altersbestimmungen*, die auf verschiedene Weise gewonnen wurden. Das wahre Alter eines Embryos wird geschätzt, indem man ihn mit anderen, bereits genau analysierten Embryonen vergleicht, unter Berücksichtigung seiner Organisation, des Baus seiner Hüllen und, wenn möglich, der Kohabitationen, die vor dem Eintritt der Schwangerschaft stattgefunden haben. Die wahre Dauer einer Schwangerschaft beträgt im Mittel nicht, wie man gewöhnlich annimmt, 280, sondern 266 Tage.

In der *Gastrulationsfrage* sucht der Verfasser die auf *Kupffer* und die auf *Hubrecht* zurückgehenden Anschauungen zu vereinigen. Nach ihm ist *Gastrulation* die Bildung des die erste Darmanlage enthaltenden Keimes der Metazoen; das sog. Dotterblatt der höheren Formen ist das innere Keimblatt, das Entoderm. Die Chorda gehört zum Mesoderm, und die Bildung des eine Chordaanlage zeigenden dreiblättrigen Keimes der Chordaten heißt *Chordulation*. Die Chordulation ist entodermal nur bei *Amphioxus*; bei allen höheren Formen werden Chorda und Mesoderm wesentlich vom Ektoderm gebildet, wenn sie auch öfter Zuwachs von Seiten des Entoderms erhalten. Sehr klar läßt sich die ektodermale Chordulation beim Menschen nachweisen. Die mehr oder weniger deutliche Invagination, die an den Keimscheiben und Schilden von Vögeln und Säugetieren vorkommt, ist nicht als *Gastrulation*, sondern als *Chordulation* zu bezeichnen. Aber doch wird hier, wie bei allen höheren Formen, von den Cyclostomen und Fischen an, entodermales Material, das ursprünglich an der Oberfläche des Keimes lag, bei der ektodermalen Chordulation in die Tiefe verlagert, zur Ergänzung des Darmentoderms. Das verlagerte Material ist das *Urentoderm*, das ein Bindeglied zwischen der *Gastrulations-* und *Chordulationstheorie* darstellt. Die ektodermale Chordulation erscheint ursprünglich als eine Ergänzung zur Invaginationsgastrulation der Evertibraten und des *Amphioxus*. Das regelmäßige Auftreten des *Canalis neurentericus* ist als eine Konvergenzerscheinung aufzufassen, da die Wand des Kanals zunächst aus entodermalem, später teilweise oder ganz aus ektodermalem Material entsteht.

Autoreferat.

Hauser, O., Der Mensch vor 100 000 Jahren. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1917. 142 S., 96 Abbildungen und 3 Karten. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 4,—.

Hausers Buch — das sagt uns schon der Name des bekannten Verlags — ist für die interessierten Kreise eines breiten Publikums geschrieben. Dieser Gesichtspunkt muß maßgebend sein auch für die Beurteilung des Werkes. Es will nicht dem Gelehrten eine lückenlose Darstellung bieten von allem, was die Wissenschaft bis heute über die Urfanfänge der Menschheit, über den Diluvialmenschen, seine Natur und seine Kultur festgestellt hat, sondern will vor allem dem weniger Orientierten die dunkelsten Daseinsanfänge des Menschen beleuchten und ihn einführen in die wichtigsten Phasen der Entwicklungsgeschichte des eigenen Geschlechts. Das Buch ist daher einfach und klar geschrieben; es vermeidet tunlichst überflüssige Gelehrsamkeit und unnötige Fachausdrücke. Der Leser lernt aus dem persönlichen Erleben, aus der eigenen Forschertätigkeit des Verfassers. Die mancherlei Hemmnisse und Schwierigkeiten, die die Ausgrabungstätigkeit mit sich bringt, die nicht ohne harte Arbeit und zielbewußtes Vorgehen errungenen großen Erfolge, die unverfälschte Entdeckerfreude, wir erleben sie mit — dank der lebendigen Darstellung des Verfassers — und lesen das Buch von Kapitel zu Kapitel mit wachsender Spannung.

Mit viel Humor schildert *Hauser* im Anfangskapitel seine erste Fahrt in die damals noch dem großen Reiestrom weit entrückte Dordogne. Im zweiten Kapitel erfahren wir von seinen ersten Grabungen in *La Micoque*, jener reichhaltigen urgeschichtlichen Siedlung, der *Hauser* später, nach 8 Jahre langer Grabetätigkeit, über die uns im 9. Kapitel berichtet wird, (1916) eine eigene Monographie gewidmet hat.

Das vierte, sechste und siebente Kapitel bringen die Entdeckungen und Hebungen der beiden Skelette des Diluvialmenschen, die *Hausers* Namen in der gebildeten Welt aller Länder bekannt gemacht haben und die heute zu den wertvollsten Erwerbungen der prähistorischen Abteilung der Königlichen Museen in Berlin gehören. Dazwischen werden uns wichtige Entdeckungen in der Magdalénienstation Laugerie basse mitgeteilt, und in weiteren Abschnitten des Buches lernen wir die Jagdmethoden (Kapitel 8), die Epochen des Herdfeuers, Bestattung u. a. (Kap. 10) und eine Opferstätte des Urmenschen (Kapitel 11) kennen. So führt uns *Hauser* von Station zu Station seines großen Ausgrabungsgebietes im Vézère-tale und läßt so den Eiszeitmenschen mit seinem Leben und Treiben und in seiner körperlichen und kulturellen Entwicklung lebendig vor uns wieder erstehen.

Das 12. bis 14. Kapitel sind allgemeineren und mehr zusammenfassenden Inhalts, während das 15. und letzte die Kunst der Ausgrabung behandelt.

Das Buch erhält durch zahlreiche Bildertafeln einen besonderen Schmuck und eine wirksame Ergänzung des Textes.

Hauser hat die Muße zur Abfassung des Buches wie anderer Schreibtischarbeiten dadurch gefunden, daß er bei Ausbruch des Krieges von seinem Forschungsfelde vertrieben, alles im Stich lassen mußte, was er „in anderthalb Jahrzehnten heißen Mühens und Ringens geschaffen und aufgebaut hatte“. Möge es ihm vergönnt sein, im hoffentlich nicht mehr zu fernen Frieden seine Grabungen in vollem Umfange wieder aufnehmen zu können und der Wissenschaft vom Menschen auch weiterhin die wertvollsten Dokumente zu liefern. Mögen diejenigen bei uns, die in diesem Kriege nicht ärmer geworden sind, es dann für ihre Ehrenpflicht ansehen, im Interesse deutscher Wissenschaft, die *Hauser* vieles verdankt, ihm die Wiederaufnahme seiner Aufgabe zu erleichtern.

E. Werth, Berlin-Wilmersdorf.

Daniel, J. Frank, The Anatomy of Heptanchus Maculatus. The Endoskeleton. University of California Publications in Zoology, Vol. 16, No. 18, pp. 349 bis 370, tab. 27—29, 8 Textfig. Dez. 28. 1916.

Bekanntlich sind die Notidaniden (Grauhaie) dadurch von großem vergleichend-anatomischen Interesse, daß sie in vieler Beziehung, z. B. in der Wirbelsäule (Diplospondylie), primitive Organisationsverhältnisse aufweisen und vielleicht als die ursprünglichsten Formen der lebenden Haifische zu betrachten sind. Eigentümlicherweise besitzen diese Formen nicht die übliche Zahl von 5 Kiemenspalten, sondern 6, die von *Daniel* behandelte Gattung *Heptanchus* sogar 7 Kiemenspalten. Man könnte auch darin ein primitives Verhalten erblicken, denn wenn wir das Zeugnis von *Amphioxus*, des primitivsten Wirbeltiervarianten, mit seiner großen Kiemenspaltenzahl heranziehen dürfen, so werden wir uns die Ansicht bilden können, daß die geringe Zahl der Fischkiemenspalten den Rest einer früheren reicheren Kiemenserie darstellt, die bei *Heptanchus* in etwas ursprünglicherem Stadium beibehalten wäre. Es könnte indessen auch eine sekundäre Vermehrung der Kiemenspaltenzahl vorliegen. *Daniel* hat sich die Aufgabe gestellt, die Anatomie von *Heptanchus maculatus* genau zu behandeln, und bringt in der vorliegenden Schrift zunächst die Bearbeitung des Innenskeletts. Allgemeine Schlußfolgerungen sind noch nicht gezogen, doch scheint *Daniel* zu der Ansicht zu neigen, daß die Notidaniden tatsächlich einen ursprüng-

licheren, allgemeineren Bauplan repräsentieren, als die gewöhnlichen Haie — auch im Kiemenskelett, in dem sich Andeutungen weiterer rudimentärer Kiemensbögen finden.

S. Becher, Rostock.

Mineralogisch - petrographische Mitteilungen.¹⁾

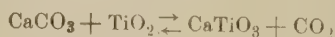
Auf dem Gebiete der Kristallchemie sind in letzter Zeit **analytisch-statistische Untersuchungen** aus der Feder *H. E. Boekes* erschienen, welche uns belehren, wieweit die bisher bei bestimmten Mineralarten, wie Augiten, Hornblenden, den Granaten usw. aufgestellten Mischungstheorien mit den Tatsachen übereinstimmen. In Fortsetzung früherer Untersuchungen hat *Boeke* den chemischen Charakter der Turmaline eingehend nachgeprüft; die Arbeit (*Neues Jahrb. f. Min. usw.* 1916, II, S. 109—148) ist deshalb von ganz besonderem Interesse, weil sie zum ersten Male eine Anwendung mehrdimensionaler Geometrie auf die Probleme der Gleichgewichte in Vielstoffsystemen (d. h. von Systemen mit fünf und mehr Komponenten) enthält. Wenn es auch natürlich den Rahmen der hier beabsichtigten Mitteilungen bei weitem überschreiten möchte, auf nähere Einzelheiten einzugehen, so sei doch hier der Hinweis verstattet, daß es künftighin nicht mehr ausgeschlossen ist, polynäre Mischkristallbildungen in mineralischen Stoffen nachzuweisen, ja daß wir die Hoffnung haben dürfen, dereinst jedes Vielstoffsystem graphisch darzustellen und daran anschließend jede Aufgabe z. B. in den magmatischen Vielstoffsystemen lösbar zu machen. Eine allgemeine Darstellung der in Vierstoffsystemen zu erwartenden Gleichgewichte hat ebenfalls *H. E. Boeke* (*Zeitschr. f. anorg. Ch.* 98, 1916, S. 203—222) bereits gegeben, und in einer neueren Arbeit hat *W. Eitel* (ibid. 100, 1917, S. 95—142) im Anschluß an die oben genannte Untersuchung über die Mischkristalle in der Turmalin-Gruppe eine theoretische Darstellung der Gleichgewichte in Vielstoffsystemen entworfen, welche also im Prinzip die Lösung der oben gestellten Aufgaben bei der Untersuchung der Magmen bereits enthält.

Gegenüber diesen rein theoretischen oder wenigstens auf analytisch-statistischem Wege angestellten Untersuchungen ist die Experimentalforschung über die **Schmelzgleichgewichte in petrographisch wichtigen Systemen** durch die heute obwaltenden Schwierigkeiten technischer Art nicht eben erheblich vorgedrungen. Als die wichtigste derartige Arbeit der neueren Zeit ist wohl diejenige von *G. A. Rankin* und *H. E. Merwin* (*Zeitschr. f. anorg. Ch.* 96, 1916, S. 291—316) über das ternäre System $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ zu nennen. Es wird nämlich in ihr gezeigt, daß die Tonerde nicht nur in der Form des gewöhnlichen Korundes aufzutreten vermag, sondern daß auch eine wahrscheinlich monotrope β -Modifikation dieser Kristallart vorkommen kann, welche hexagonal kristallisiert und durch ihre starke Doppelbrechung bei geringerer Lichtbrechung auffällt. Besonders interessant ist des weiteren, daß die α -Modifikation mit der Mineralart $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, dem gewöhnlichen Spinell, weitgehend isomorph mischbar ist, die β -Modifikation aber kaum

¹⁾ An dieser Stelle sollen in zwangloser Folge nach Art der „Kleinen Mitteilungen“ die wichtigsten neueren Arbeiten besprochen werden, welche auf dem Gebiete der Mineralogie und der Gesteinskunde, insbesondere in dem genetischen und physikalisch-chemischen Zweige dieser Wissenschaften erschienen sind.

etwas davon aufzunehmen vermag. Durch die bei der Erschmelzung der untersuchten Substanzen erforderlichen Temperaturen ist die experimentelle Einzelarbeit sehr lehrreich, liegen doch die meisten der gefundenen Verflüssigungstemperaturen höher als 1600°.

Besondere experimentelle Schwierigkeiten sind in denjenigen phasentheoretischen Untersuchungen zu überwinden, bei welchen eine der mit zu berücksichtigenden Komponenten merklich oder sogar leicht flüchtig ist. Wenn auch vom rein theoretischen Standpunkte aus die meisten der hier vorliegenden einfacheren Probleme im Prinzip schon gelöst sind, oder doch wenigstens geeignete Beispiele für die jeweils zu erwartenden Typen durchforscht wurden, so sind doch gerade diejenigen Systeme mit flüchtigen Komponenten bislang ungeklärt gewesen, welche bei den minero- und petrogenetisch wichtigen Vorgängen der hydrothermalen, der thermometamomorphen und dynamometamorphen Bildungen in Betracht kommen müssen. Die schwierigen Probleme der flüchtigen Anteile in den Gesteinsmagmen und damit im Zusammenhang in den pegmatitisch-pyrophydatogenen Phasen der magmatischen Erstarrung sind durch einige grundlegend wichtige theoretische Arbeiten von P. Niggli über die Rolle der Mineralisatoren im Magma berührt worden. Da durch die hohen experimentellen Schwierigkeiten der Nachahmung des Vorganges der Mineralbildung in den mit Wasserdämpfen durchtränkten Silikatmagmen eine direkte Erforschung der hier aufspringenden Fragen vorläufig noch nicht möglich ist, hat der genannte Autor in einer neueren Arbeit (*Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch.* 98, 1916, S. 241—326) sich den Gleichgewichten zugewandt, welche in Karbonatgesteinen durch Kontaktmetamorphose an silikatischen Magmen sich einstellen müssen; es wird also das leichtflüchtige Kohlendioxyd mit in die Untersuchung einbezogen. Von besonderem Werte ist bei dieser Arbeit für den Mineralogen, daß auch die Bildungsbedingungen für die charakteristischen Titanmineralien der kontaktmetamorphen Facies in karbonatischen Gesteinen, also insbesondere die des Perowskites, durch die Klarstellung der Gleichgewichte, z. B. im System $\text{CaO}-\text{CO}_2-\text{TiO}_2$, bzw. des Wollastonits, CaSiO_3 , im System $\text{CaO}-\text{CO}_2-\text{SiO}_2$ eingehende Berücksichtigung erfahren. Zunächst ergab sich eine ganz außerordentliche Beständigkeit des Perowskit-Gleichgewichtes



im Sinne des Pfeiles nach rechts bei Temperaturen, welche für die bei der Kontaktmetamorphose gegebenen Zustandsbedingungen durchaus in Betracht kommen müssen. Im entsprechenden System der Kieselsäure mit dem Calciumkarbonat ist zu beachten, daß nur dann, wenn die vorhandene Menge des Karbonates mindestens doppelt so groß ist als diejenige des Siliciumdioxides, ein Calciumorthosilikat der Formel Ca_2SiO_4 in die Erscheinung treten kann. Wenn auch dieses Orthosilikat bis jetzt noch niemals in der Natur in freiem Zustande beobachtet worden ist, so wollte man doch beachten, daß es in dem Monticellit ($= \text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{Mg}_2\text{SiO}_4$) eine Rolle spielt, und daß dieses merkwürdige Mineral in eingeschmolzenen, also jedenfalls stark metamorph veränderten karbonatischen Schollen nicht eben selten anzutreffen ist. Im Zusammenhang mit den Bildungsbedingungen des Wollastonites ist es für den Mineralogen und auch für den Petrographen von höchstem Interesse, daß es Niggli gelungen ist nachzuweisen, daß neben der

Kristallart Calcit unter allen bis jetzt sicher erforschten Druck- und Temperaturbedingungen, d. h. zwischen 800 und 900° und bei einem CO_2 -Druck von 1 atm, nur das Orthosilikat stabil sein kann, daß aber die vielgenannte Paragenese des Calcites mit dem Wollastonit offenbar anderen Zustandsverhältnissen angehört, und daß auch die in Carrara so schön beobachteten Zusammenvorkommnisse von Calcit und freier Kieselsäure in Gestalt des Quarzes wiederum ganz anderen Bildungsbedingungen bei offenbar viel niedrigeren Temperaturen entsprechen müssen. Endlich ist die neueste Arbeit des genannten Forschers dadurch von ganz besonderem Werte, weil sie uns auf eigenartige Beziehungen in der chemischen Natur der mineralischen Alkalialumosilikate aufmerksam macht. Betrachten wir die Kristallarten der Gruppen der Feldspate und der Feldspatvertreter in bezug auf ihren chemischen Charakter, so sehen wir ohne weiteres, daß in allen Alkalialumosilikaten der genannten Familien die Kieselsäure zu dem Rest $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (worin $\text{R} = \text{K}$ oder Na , seltener Rb , Cs usw.) ganz genau so herantritt wie etwa das Kristallwasser in den gewöhnlichen Hydraten zu den integrierenden Bestandteilen derselben. Das hiermit angedeutete Prinzip, welches für die Mineralbildung aus den magmatischen Schmelzflüssen also ähnliche Gesetzmäßigkeiten wie bei der Kristallisation der ozeanischen Salze aus dem Meerwasser erwarten läßt, ist in seiner Bedeutung für die Fortentwicklung unserer Kenntnisse von der Dynamik dieser Vorgänge von noch nicht abzuschätzender Tragweite. Beachten wir ferner, daß auch die Mineralvergesellschaftungen in den Magmangesteinen dadurch berührt werden müssen, so erkennen wir die Bedeutung des angemerkten Prinzips für die Erforschung der so ungemein verwickelten und schwierigen Probleme der magmatischen Differentiation, so daß wir mit Spannung den kommenden Fortsetzungen der besprochenen Arbeiten entgegensehen dürfen.

Von den übrigen Einzelgebieten innerhalb der Mineralchemie ist die Kolloidchemie der mineralischen Naturkörper in neuester Zeit durch eine schöne Experimentaluntersuchung von W. Bachmann (*Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch.* 100, 1917, S. 1—76) bereichert worden, in der insbesondere die in den klassischen Arbeiten von Bemmelen beschriebenen Dampfspannungsisothermen des Kieselsäuregels neuerdings diskutiert werden. Es wurde der direkte Versuch gemacht, die Isotherme für gealterte natürliche Gele der Kieselsäure, also z. B. für den Opal, aufzunehmen, leider bei diesem Mineral selbst ohne besonderen Erfolg, offenbar, weil die Poren der im Gerüst des vorliegenden Gels anzunehmenden Hohlräume verstopft waren. Einen unbestreitbaren Erfolg hatte aber der Versuch bei einem Hydrophan, welcher ein wohlausgebildetes Hohlraumssystem zu besitzen scheint und vor allen Dingen dadurch interessant ist, daß er als Endzustand der Alterung eines Kieselsäuregels gelten kann, in dem Sinne, wie von Bemmelen (s. *Die Absorption*, Dresden 1910, S. 222 und 225) einen solchen bei der Betrachtung von Kieselsäuregelen verschiedener Alterung angenommen hat. Bemerkenswert ist auch die Untersuchung der Dampfspannungsisothermen in den Gelen der Calciumpermutite, welche nach ihrem solcherart festgestellten Verhalten den bekannten gewöhnlichen Gelen der Kieselsäure durchaus entsprechen und uns solcherweise wichtige Ausblicke auf die Natur und die Reaktionsfähigkeit der Kolloide des Erdbodens eröffnen, welche direkt als Bodenzeolithe angesprochen werden dürfen.

Das Studium der **Salzablagerungen aus dem Meerwasser** ist nach den klassischen Untersuchungen *van't Hoff's* in mannigfaltiger Weise fortgesetzt worden. Mit dem Hinweis auf einige speziellere Arbeiten, wie diejenigen *M. Rózsas* (*Zeitschr. f. anorg. Ch.* 97, 1916, 41—55; 98, 1916, S. 326—332), *R. Lachmann's* (*Neues Jahrb. f. Min.* usw. 1916, II, S. 165—176) usw. wollen wir hier nur andeuten, wie verschiedenartig die in den Kalisalzablagerungen sich darbietenden Verhältnisse sich gestalten können; man wird bei der Lektüre der erwähnten Arbeiten den Eindruck gewinnen, daß die Metamorphose der Salzlagerstätten noch immer ein schwieriges Kapitel der Anwendung der *van't Hoff'schen* Untersuchungen geblieben ist. In einer überaus dankenswerten Arbeit hat *E. Jaenecke* versucht, eine vollständige Übersicht über die Lösungen ozeanischer Salze in bezug auf die aus ihnen stattfindenden Kristallisationen zu geben (*s. Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch.* 100, 1917, S. 161—236). Die erwähnte zusammenfassende Übersicht ist noch nicht abgeschlossen, aber es erhellt aus dem bisher Erschienenen, wie die Resultate der *van't Hoff'schen* Untersuchungen, insbesondere in der durch *d'Ans* erweiterten Form, auf die Temperaturstufen 0—25°, 25—55°, 55—83° und 83—120° zu beziehen sind. Die Gleichgewichte in der gesamten Darstellung innerhalb eines prismatischen Raumes, dessen Höhenlinien alsdann den Temperaturen entsprechen, können wir hier im einzelnen natürlich nicht ableiten und schildern, es genügt, hervorgehoben zu haben, daß es von jetzt ab mit Hilfe der in der genannten Arbeit gegebenen Darstellung möglich ist, für jede Temperatur innerhalb der Grenzen von 0° und 120° für jede wässrige Lösung mit den charakteristischen Komponenten NaCl, KCl, MgCl₂ und MgSO₄ die vorauszusehenden Gleichgewichte anzugeben und auch quantitativ abzuleiten, wieviel von jeder möglichen Krystallart aus ihr beim Abdunsten des Wassers sich abscheiden muß. Wenn wir berücksichtigen, daß *Jaenecke* in einer späteren Arbeit auch noch die für die konstanten Lösungen kennzeichnenden Wassergehalte in der graphischen Darstellung der gesamten Gleichgewichte in den Lösungen ozeanischer Salze zum Ausdruck bringen will, so sehen wir in der begonnenen Arbeit die Vollendung und den Abschluß der klassischen Untersuchungen *van't Hoff's* und seiner Schüler gewährleistet.

Die Untersuchungen über den **Feinbau der kristallisierten Materie** mit Hilfe des Luediagrammes stehen immer noch im Vordergrund des Interesses für Fragen nach der physikalischen Natur der Mineralien. Da aus der vor allen berufenen *Feder F. Rinnes* in dieser Zeitschrift (*s. Naturwissenschaften* 1916, Heft 17 und 18 sowie 1917, Heft 4) eine vortreffliche Darstellung der vom mineralogischen Standpunkte anzuregenden Probleme, insbesondere hinsichtlich der Symmetrie der Kristalle und ihrer Äußerung in den Elementen des Feingefüges gegeben worden ist, brauchen wir in den vorliegenden Notizen den Interessenten nur noch auf die ausgezeichneten Arbeiten desselben Autors über den beregten Gegenstand aufmerksam zu machen (*s. Ber. d. Sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl.* 67, 1915, S. 303—340; 68, 1915, S. 11—45; *Zeitschr. f. anorg. Ch.* 96, 1916, S. 317—352; *Neues Jahrb. f. Min.* usw. 1916, II, S. 47 bis 108). In einer Experimentaluntersuchung über die Aggregatzustände verschiedener Kieselsäurearten hat sich *S. Kyropoulos* (*Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch.* 99, 1917, S. 197—200) die Aufgabe gestellt, mit Hilfe der Röntgenstrahleninterferenzbilder die feingepul-

verten Stoffe in ihrer isotropen oder anisotropen Beschaffenheit zu identifizieren. Dabei wird die von *P. Debye* und *P. Scherrer* (*s. Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. Gött., math.-phys. Kl.* 1916) theoretisch abgeleitete Erscheinung als entscheidendes Kriterium benutzt, daß die Beugung des Röntgenlichtes an amorphen Pulvern eine eigentümliche kontinuierliche Änderung der Intensität der Schwärzung der photographischen Platte um den zentralen Durchstichpunkt des primären Strahles herum verursacht, daß aber an anisotropen Pulvern die Intensitäten periodische und jedenfalls diskontinuierliche Maxima und Minima erreichen, welche also in den fertigen Aufnahmen als scharfe Ringe um den zentralen Punkt in die Erscheinung treten müssen. In der schönen Untersuchung von *Kyropoulos* stellte es sich überzeugend heraus, daß Pulver von Quarz und von Christobalit (regulär-mimetisch kristallisiertes Siliciumdioxid) charakteristische Unterschiedlichkeiten im Aussehen der gewonnenen Interferenzbilder bemerken lassen, daß also die Raumgitter der beiden Kristallarten bei aller chemischen Analogie doch durchaus verschieden gefügt sein müssen. Wie nach den Darlegungen von *Debye* und *Scherrer* zu erwarten war, zeigt das Quarzglas als amorphe isotrope Phase des Siliciumdioxides das sehr kennzeichnende Beugungsbild mit kontinuierlicher Verteilung der Schwärzungsintensitäten; desgleichen ließ ein Präparat gefällter und kolloidaler Kieselsäure das typische Interferenzbild isotroper Medien ohne eine Andeutung eines Intensitätsmaximums erkennen. Durch thermische Behandlung der amorphen Produkte gelingt es aber, die Entstehung kristalliner Materie in den solcherart exponierten Proben zu veranschaulichen, indem dann die typischen Interferenzbilder mit Ringen wiederum zur Ausbildung kommen (vgl. den Vorgang der Entglasung).

Von hohem allgemeineren Interesse dürften die von *O. Ruff* (*Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch.* 99, 1917, S. 73 bis 104) unter Aufwand bedeutender experimenteller Kunst und großer technischer Hilfsmittel angestellten Versuche sein, den **Diamanten in seinen Bildungsbedingungen** zu erforschen. Es werden in der erwähnten Arbeit vor allen Dingen die Aussichten einer technisch verwertbaren Methode zur Gewinnung des so heiß begehrten Mineralies systematisch nachgeprüft, es wurde deshalb auch versucht, fertige Diamanten wachsen zu lassen. Dabei lag naturgemäß am nächsten, aus Gasen, Dämpfen, sowohl organischer als auch anorganischer Natur, bei allen möglichen Temperaturen den Kohlenstoff zur Abscheidung zu bringen, und es wurde alsdann nachgeprüft, ob Diamantsubstanz in diesem vorhanden sei, bzw. ob primär vorhandene einen Zuwachs erfahren habe. Von erstaunlicher Kühnheit sind die Versuche, Kohlenstoffdampf selbst bei der Temperatur des elektrischen Lichtbogens (ca. 3500 bis 4000°) in niedrige Temperaturen abzuschrecken. Es wurde ein Lichtbogen mit 5000 Volt Zündspannung und ½ Amp. Stromstärke unter flüssiger Luft gezogen, so daß ein Temperaturursprung von mehr als etwa 4000 Wärmegraden auf wenige Millimeter dem Kohlenstoffdampf begegnen mußte! Es ist nicht zu bezweifeln, daß *Ruff* hier tatsächlich einige kleine Splitterchen von der Eigenschaft des Diamanten erhalten hat. Sämtliche Versuche aber, aus flüssigen anorganischen oder organischen Stoffen den Kohlenstoff zur Kristallisation als Diamant zu veranlassen, scheiterten, so daß auch aller Grund besteht, die früher veröffentlichten angeblichen Diamantbildungen aus derartigen Medien zu bezweifeln, mit der einzigen Ausnahme der be-

rühmten Diamantsynthesen von *Henri Moissan*. Es ist *Ruff* wiederum nachzuweisen gelungen, daß wirklich bei der Abkühlung einer Lösung von Kohlenstoff in flüssigem Eisen neben viel Graphitsubstanz auch etwas Diamant zur Kristallisation gelangt. Bemerkenswert ist noch, daß *Ruff* dem sogenannten Innendruck bei der Diamantsynthese nach *Moissan* keine besondere Rolle zuzuschreiben geneigt ist, aus dem einfachen Grunde, weil er annimmt, daß in dem stark graphithaltigen, sehr weichen Metall ein solcher gar nicht zustandekommen könnte. Sehr beachtenswert sind die Andeutungen, welche *Ruff* bezüglich künftiger Versuche über die Diamantsynthesen unter hohem Außendruck macht. Nach vorläufigen Experimenten, welche bei Drucken bis zu 3000 atm angesetzt wurden, hat allerdings eine Darstellung des überaus merkwürdigen Mineralen immer noch nicht glücken wollen. Immerhin dürfen wir auf die Fortsetzung der kühnen und weit-ausschauenden Experimentalarbeit *Ruffs* mit besonderer Spannung warten.

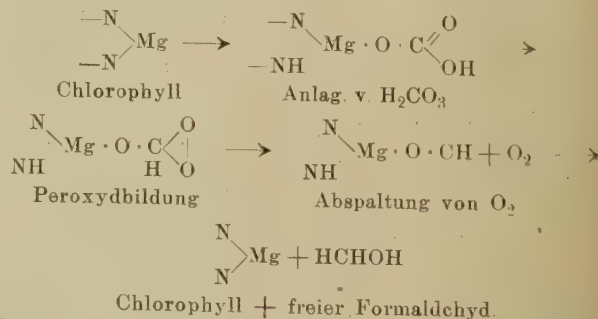
Wilhelm Eitel, Frankfurt a. M.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. II. Über die *Baeyersche Assimilationshypothese*. III. Über das Verhalten des kolloiden Chlorophylls gegen Kohlensäure, Ber. d. d. Chem. Ges. 50, 1777, 1791 (1917) (*Rich. Willstätter* und *Arth. Stoll*, Chem. Labor. Akad. München). Während *A. v. Baeyer* 1870 angenommen hatte, daß das Kohlendioxyd bei der Assimilation in Formaldehyd übergeht, und aus diesem Kohlehydrate entstehen, waren später von *Baur* sowie von *Bredig* u. a. Bedenken gegen diese Annahme ausgesprochen worden, da der Potentialhub von CO_2 zum HCOH enorm hoch und unwahrscheinlich sei. Man dachte eher an die primäre Entstehung von Oxalsäure, Ameisensäure u. ä., wobei also zunächst eine elektrolitische Spaltung des Wassers eintritt, die zu einer Abgabe von Sauerstoff und Reduktion des CO_2 zu HCOOH führt. *Willstätter* entscheidet diese Frage durch Messung des assimilatorischen Quotienten, Kohlensäureverbrauch durch O-Abgabe $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$, der beim Übergang von CO_2 in Oxalsäure = 4, in Ameisensäure = 2, in Formaldehyd dagegen = 1 sein muß. Findet man also experimentell $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 1$, so ist erwiesen, daß CO_2 direkt in HCOH

übergeht. Die Bestimmung dieses Quotienten ist schwierig, da neben der Assimilation die umgekehrt verlaufende Atmung einhergeht. *Willstätter* vermindert die Fehler der ungenauen Trennung beider Vorgänge durch maximale Steigerung des Assimilationsprozesses, so daß der umgekehrte Prozeß nur noch 3–5 % davon trägt. Die Assimilation geschieht bei hoher Temperatur, intensivem Licht und reichem CO_2 -Gehalt (5 bis 6 %). Die Assimilation schwankte pro 10 g Pflanze etwa um 0,1 g CO_2 in der Stunde. Der Quotient betrug stets 1,0 mit ganz geringen Schwankungen. Nur bei den Blättern von Sukkulenteen wurden stets niedrigere Quotienten gefunden, da diese im Dunklen reichlich organische Säuren bilden, die dann im Licht wieder oxydiert werden (*Opuntia*, *Phyllocactus*). Nach deren Verbrauch bei längerer Belichtung steigt der Assimilationsquotient auch hier gegen 1 an. Ein höherer Assimilationsquotient ist niemals gefunden

worden. Damit ist die intermediäre Bildung anderer Substanzen ausgeschlossen und erwiesen, daß der gesamte O des CO_2 während der Assimilation entbunden wird. Eine Aufklärung über den Mechanismus dieser Reaktion gibt die zweite Mitteilung. Es wird der Nachweis geführt, daß kolloides Chlorophyll mit Kohlendioxyd ein dissoziierendes Additionsprodukt bildet. Das absorbierte Licht leistet im Chlorophyllmolekül selbst, dessen Bestandteil die Kohlensäure durch ihre Anlagerung an den Magnesiumkomplex wird, seine chemische Arbeit, indem es durch eine Neugruppierung der Valenzen die Kohlensäure in eine für freiwilligen Zerfall geeignete Form isomerisiert. Es läßt sich durch die Bestimmung des assimilatorischen Koeffizienten nicht entscheiden, ob am Chlorophyll selbst in einem Hube die Umwandlung der Kohlensäure unter Energieaufnahme erfolgt oder in mehreren Stufen, aber es ist zu schließen, daß das Chlorophyll erst dann, wenn aus einem Molekül Kohlendioxyd der gesamte Sauerstoff entbunden worden ist, für die Aufnahme und Umformung eines neuen Moleküls Kohlensäure frei wird. Kolloidale wässrige Chlorophyll-Lösungen werden durch CO_2 unter Abspaltung von Magnesiumbikarbonat zersetzt. Dabei entsteht ein Zwischenprodukt, eine dissoziabile Verbindung von Chlorophyll mit Kohlensäure, die bei Druckverminderung die Kohlensäure wieder abgibt. Es wird eine der Bindungen des Mg an den Pyrrolstickstoff gelöst und H_2CO_3 an das Mg angelagert. In den Blättern selbst scheint der Vorgang etwas anders zu verlaufen, als bei reinem Chlorophyll, die Zersetzung durch Kohlensäure geht schwieriger vor sich; vielleicht addiert sich nicht Kohlensäure selbst, sondern ein Derivat. Der weitere Weg der Assimilation ist vermutlich der, daß sich die gebundene Kohlensäure unter Energieaufwand in eine peroxyartige Verbindung umlagert. Dieses Formaldehydperoxyd wird dann unter Sauerstoffabgabe zu HCOH gespalten und als Formaldehyd durch ein Ferment vom Chlorophyllkern abgespalten. Ein Zwischenprodukt kommt demnach frei nicht in Betracht, bleibt vielmehr am Chlorophyll gebunden.



C. O.

Über Eierfäulnis. Von Prof. Dr. A. Postolka. 42 mäßig verpilzte Hühnereier verschiedenster Provenienz wurden einen Monat bei Zimmertemperatur, hierauf zwei Monate im Eiskasten aufbewahrt. Nach dieser Zeit waren die meisten stark verdorben. Die Eier wurden mit Bleizuckerlösung bestrichen, worauf alle Eier an den bestrichenen Stellen hell- bis dunkelbraune Färbung zeigten. Als Resultat ergab sich, daß die Schwefelwasserstoffreaktion an der Eischale nicht immer im geraden Verhältnis zum Vorhandensein des üblen Geruches der Eier steht. Die für die Beurteilung der Güte von Eiern oft angewandte Schwimmprobe erwies sich als vollständig unverläß-

lich. Gleiches gilt von der Schüttelprobe (dem Schwappen). Die bei den nachfolgenden zwei Versuchsreihen verwendeten Eier wurden weder desinfiziert noch gereinigt, weil es sich zunächst darum handelte, überhaupt faule Eier zu bekommen. Nebenher wurde auch die Frage gestellt, unter welchen Umständen und in welcher Zeit es gelingt, gesunde Eier zum Verderben zu bringen, um hieraus Schlüsse auf ihre Konservierungsfähigkeit zu ziehen. Erste Versuchsreihe: 19 Kalk-eier wurden in Gürkengläser in so geringer Zahl gelegt, daß sie deren Boden bedeckten. Über sie wurde Leitungswasser gegossen, daß die Eier eventuell schwimmen konnten. Darauf kam ein Gemenge vom Inhalt eines unverdorbenen Eies mit Wasser und Bouillon. Die Eier blieben dem Einflusse von Sonne und Staub ausgesetzt. Die Einbettungsflüssigkeit wurde trüb und roch fäkulent. Nach 32- bis 40-tägigem Liegen in dieser Flüssigkeit waren alle Eier genußuntauglich geworden. Außer dreien zeigten die übrigen Eier eine höhere Transparenz als gesunde, wobei sich der Dotterschatten, der in allen Fällen stark beweglich war, durch seinen zumeist in der Mitte sehr dunklen bis nahezu schwarzen Farbenton in auffälliger Weise von dem hell durchscheinenden Eiweiß abhob. Diese Erscheinung hält *Postolka* für ein marktpolizeilich wertbares Verdachtsmoment. Sie ist jedoch kein unbedingtes Zeichen von Verderbnis, wie aus dem Befund von vier der untersuchten Eier hervorgeht. Das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung der 19 Kalk-eier ließ keine Gesetzmäßigkeit gegenüber Auftreten von Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Lackmusreaktion erkennen. Zweite Versuchsreihe: 18 Kalk-eier wurden zu je zwei ohne besondere Vorsicht der Infektion mit *Sarcina flava*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus prodigiosus*, *Bacillus subtilis*, *Bacterium coli*, *Bacillus pyocyaneus*, *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Proteus vulgaris*, *Bacterium fluorescens* und *Abortus-Bacillus* ausgesetzt. Aus dieser Versuchsreihe ergab sich nur

ein einziges gemeinsames Moment: die Zersetzung des Inhalts alter Eier. Die Durchleuchtung, die Reaktion des Eiweißes bzw. des Dotters gegen Lackmus ergab keine Richtlinien. Mit einer einzigen Ausnahme war in den infizierten Eiern Ammoniak zugegen. Bei der Schwimmprobe sanken trotz starker Zersetzung zwei Eier zu Boden, während ein Ei, obwohl es weder Ammoniak noch Schwefelwasserstoff enthielt, hoch schwamm. Demnach ergibt sich aus den Untersuchungen ein Fehlen irgendwelcher deutlicher spezifischer Gesetzmäßigkeiten in der Wirkung der verwendeten und gefundenen Bakterien auf den Inhalt des Eies, und wären weitere Versuche in größerem Umfange erwünscht. (*Wiener tierärztliche Monatsschrift*, 3. Jahrg., Heft 3, S. 101.) W.

Spektralflammen von sehr großer Leuchtkraft erhält man nach *G. A. Hemsalech* (*Phil. Mag.* [6] 34, S. 243, 1917), wenn man der Bunsenflamme noch Sauerstoff zuführt. Zu diesem Zweck schließt man an den Brenner ein dreifaches Rohr an. Durch zwei Zuführungen treten Leuchtgas und Luft ein, während die dritte den Sauerstoff, der vorher durch einen elektrischen oder einen Gouyschen Zerstäuber gegangen ist, einströmen läßt. Der Brenner besteht aus einem Messingrohr von 6" Länge und $\frac{7}{8}$ " Durchmesser und ist oben durch eine 6 mm dicke Messingplatte geschlossen, in welche vier nahe beieinander liegende Löcher von 2 mm gebohrt sind. Er gibt eine 12 bis 18" lange Flamme von nur $\frac{1}{2}$ " Durchmesser und eignet sich damit gut zur Vorführung der Spektren der leichter flüchtigen Elemente, wie der Alkalien und Erdalkalien, sowie des Kupfers. Man gibt dazu jedem der Hörer ein kleines Reflexionsgitter (wie man es durch Zerschneiden der Kopie von einem großen Gitter erhält); wenn das Licht der Flamme unter geeignetem Winkel auffällt, erblickt man die verschiedenen Linien des Spektrums. Die Anwendung eines Spaltes ist wegen der geringen Seitenausdehnung der Flamme nicht nötig. B.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Königliche Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam.

Proceedings. Band XX, Nr. 1.

H. A. Lorentz, Über Einsteins Theorie der Gravitation. III. In den beiden ersten Mitteilungen (XIX, S. 1341 und 1354) sind die Prinzipien der neuen Theorie dargestellt; *H. A. Lorentz* benutzt in der dritten Note das Hamiltonsche Prinzip zur Ableitung der Differentialgleichungen des Gravitationsfeldes und läßt dann allgemeine Betrachtungen über die Spannungs-Energie-Komponenten des Gravitationsfeldes folgen. (E. Freundlich.)

H. A. Lorentz, Über Einsteins Theorie der Gravitation. IV. Die vierte Mitteilung enthält die Fortsetzung der Betrachtungen über die Eigenschaften der Spannungs-Energie-Komponenten des Gravitationsfeldes in der Einsteinschen Theorie. (E. Freundlich.)

J. P. Treub, Über die Verseifung von Fetten. In den bei der Verseifung von Fetten stets vorliegenden Emulsionen derselben mit einem wässrigen Verseifungsmittel kann die Reaktion stattfinden in der wässrigen Phase, im Fett oder an der Grenzfläche beider Medien. Im ersten Fall wird die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmt durch die Anzahl der Fettmoleküle, die in der wässrigen Phase gelöst sind. Die in Betracht zu ziehenden Geschwindigkeitsgleichungen werden diskutiert. Reaktionsverlauf im Fett ist unwahrscheinlich, da der Vorgang von der Gegenwart

von Wasserstoff- oder Hydroxylionen abhängig ist. Die Verseifung findet hauptsächlich an der Berührungsoberfläche beider Phasen statt. Ihre Geschwindigkeit wird beherrscht von dem Werte der Oberflächenspannung zwischen Fett und verseifendem Agens. Durch die veränderliche Feinheit der Emulsionen beeinflusst, gestattet die Reaktionsgeschwindigkeit hier keinen Einblick in den Mechanismus der Umwandlung. Dem verschiedenen Verlauf der Verseifung bei Anwendung verschiedener verseifender Medien wird durch Gleichungen Rechnung getragen, in denen die Konzentrationszunahme der niederen Glyzeride an der Kontaktfläche berücksichtigt wird. (H. Noth.)

P. van Romburgh und J. M. van der Zanden, Über Polymere von Methylchavicol. (Vorläufige Mitteilung.) Die Verfasser untersuchen die schon früher von *van Romburgh* durch Erwärmen von Methylchavicol gewonnenen, jetzt in größerer Menge dargestellten Polymeren vom Schmp. 98° bzw. 166° und 200°. Außerdem erhalten sie dabei einen viskösen Sirup, aus dem weitere Mengen der kristallisierten Produkte abgeschieden werden können. Beim Erhitzen des Rückstandes auf 350° tritt eine weitere Umwandlung ein. Aus der entstehenden, leicht beweglichen Flüssigkeit kann *p*-Cresylmethyläther herausfraktioniert werden. (H. Noth.)

C. F. van Duin, Einwirkung organischer Magnesiumverbindungen auf Cineol und Reduktion von Cineol. Analog der Einwirkung organischer Magnesiumver-

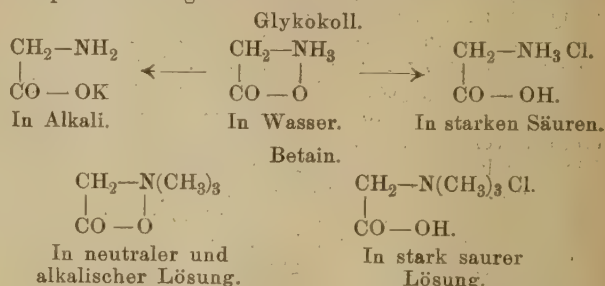
bindungen auf einfache innere Oxyde entstehen bei der Einwirkung auf Cineol zuerst Additionsverbindungen. Beim Erwärmen derselben entstehen in heftiger Reaktion Methan und Kohlenwasserstoffe $C_{10}H_{16}$. Versuche, das Cineol nach *Sabatier* und *Senderens* zu reduzieren, blieben erfolglos. (H. Noth.)

Miß M. A. von Herwerden, Über die Natur und die Bedeutung von Volutin in den Heft-Zellen. Verfasser bestätigt zunächst die Ergebnisse der Volutinarbeit von *Arthur Meyer* (Bot. Ztg. 1904). Überdies sind als neue Reaktionen angegeben: Bendaufärbung und Pyronin + Methylgrün färben, Heidenhains Eisenhämatoxylin färbt nicht oder kaum, Neutralrot nicht. — Kulturen auf phosphorfreiem Nährboden enthalten kein Volutin; 9 Monate P-frei kultivierte Zellen bilden — auf P-haltigen Boden gebracht — in einigen Stunden Volutin; dazu ist nur P nötig, nicht Ca-Salze, nicht Ammoniumkarbonate, nicht Zucker, wie *Henneberg* (Centrbl. f. Bakt. II, Bd. 45, S. 56 ff.) schreibt. Gleichfalls im Widerspruch mit *Hennebergs* Angaben fand Verfasser, daß Katalase- und Zymasewirkung auch in volutinfreien Zellen möglich ist; ebenso sind 9 Monate lang volutinfreie Kulturen noch fähig zur Gärung. In bezug auf die chemische Zusammensetzung des Volutins schließt Verfasser sich A. Meyers Annahme, daß das Volutin wahrscheinlich eine Nukleinsäureverbindung ist, an. Außer auf die Bedeutung der Phosphorsäure für die Volutinbildung stützt sich Verfasser auf folgenden Versuch: volutinhaltige *Torula* wurde

mit $\frac{n}{15}$ NaOH extrahiert und filtriert; Zusatz von 1 ccm 5-prozentiger H_2SO_4 auf 10 ccm des Filtrates ergab einen Niederschlag, ebenso behandelte volutinfreie *Torula* höchstens eine schwache Trübung. Das gleiche Ergebnis zeigten Versuche mit *Saccharomyces cerevisiae*. Im Anschluß an A. Meyer hält Verfasser das Volutin für einen Reservestoff, nicht für ein Enzym (wie *Henneberg* l. c. S. 60); seine Anwesenheit soll aber für das Leben und die Vermehrung der Zellen sowie für die Gärung nicht notwendig sein. Zum Beweise dieser letzten Behauptung hätte jedoch noch der Nachweis gebracht werden müssen, daß die Versuchsobjekte nicht nur keine Volutinkörner, sondern auch kein gelöstes Volutin enthielten. (Fr. J. Meyer.)

H. J. Waterman, Einfluß verschiedener Verbindungen auf die Zerstörung von Mono-Sacchariden durch Natriumhydroxyd und über die Inversion des Rohrzuckers durch Salzsäure. Konstitutionsformeln von „ α -Aminosäure“ und „Betain“. Der Verfasser hat die Beobachtung gemacht, daß die Zerstörung solcher Mono-Saccharide wie Glukose, Galactose usw. durch basische Substanzen von einem Rückgange der optischen Drehung begleitet ist, während zu gleicher Zeit braune Färbung eintritt. Der Grad dieser Zerstörung läßt sich durch die Schnelligkeit des Rückganges der optischen Aktivität messen. Substanzen, welche keine oder nur geringe saure Eigenschaften besitzen, wie Glykokoll und Alanin, sind imstande, diese Zerstörung in beträchtlicher Weise herabzudrücken. In Gegenwart von Alkalien verhalten sich diese Körper wie einbasische Säuren, während sie in Gegenwart von Salzsäure so wie einbasische Alkalien wirken, wodurch sie die Schnelligkeit der Inversion des Rohrzuckers durch Salzsäure vermindern. Diese Erscheinung ist deshalb besonders bemerkenswert, weil sich Glykokoll und Alanin bei der Titration praktisch wie neutrale Körper verhalten. Der zerstörende Einfluß von Natronlauge auf Mono-Saccharide und der Einfluß auf die Inversion des Rohrzuckers gestattet uns, auf einem anderen als auf bisher bekanntem Wege zu entscheiden, ob eine Substanz saure oder basische Eigenschaften hat. Der reine amphotere Charakter von Glykokoll in alkalischer und in saurer Lösung ebenso wie das Verhalten von Betain, welches

in alkalischer Lösung praktisch neutral und in saurer Lösung wie eine einbasische Säure reagiert, macht es wahrscheinlich, daß Glykokoll und Alanin in alkalischer und in saurer Lösung die offene Konstitutionsformel besitzen, während für neutrale Lösung eine Ringformel anzunehmen ist. Die Betain-Ringformel muß für neutrale und alkalische Lösungen angenommen werden, für saure Lösungen jedoch die offene Kette entsprechend folgenden Formeln:



(H. Fringsheim.)

Th. de Donder, Über die Differentialgleichungen des Gravitationsfeldes. Der Verfasser sucht in dieser kurzen Note nachzuweisen, daß er in einer vorangehenden Arbeit über die Einsteinsche Gravitationstheorie (Zitlings Verlag Amst. XXV, 1916, p. 156, Arch. du Muséi Teyler, Ser. 2, T. III) zu einem Resultate gelangt sei, das sich mit dem Ergebnis der Arbeit von Einsteins „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie“ (Sitz.-Ber. Kgl. Akad. d. Wiss., Berlin 1917) deckt. (E. Freundlich.)

B. P. Haalmeyer, Über elementare Flächen dritter Ordnung. Der Inhalt der Arbeit befaßt sich mit der Existenz gerader Linien auf Oberflächen dritter Ordnung. Ausgehend von gewissen Elementarkurven dritter Ordnung, mit denen sich C. Jurl (Proc. R. Acad. of Denmark, Ser. 7, T. 11, Nr. 2) beschäftigt hat, werden Elementaroberflächen dritter Ordnung eingeführt und die Existenz wenigstens einer geraden Linie auf diesen nachgewiesen. (E. Freundlich.)

Van Bemmelen und J. Boerema, Die halbtägliche Oscillation der freien Atmosphäre bis 10 km über dem Meeresspiegel nach Pilotballonbeobachtungen in Batavia. Die Verfasser haben versucht, Aufschluß zu erhalten über die Existenz einer täglichen oder einer halbtäglichen Periode der horizontalen Windgeschwindigkeit in größeren Höhen der freien Atmosphäre. Begünstigt durch die klimatischen Verhältnisse ihres Beobachtungsortes Batavia konnten sie dazu mit Erfolg die trigonometrische Verfolgung (Doppelvisierung) von Pilotballons benutzen und sich so von den Mängeln ähnlicher Beobachtungen auf Bergobservatorien befreien. Durch sorgfältige statistische Bearbeitung zahlreicher Pilotballonaufstiege ist es ihnen gelungen, zwar nicht die tägliche, aber die halbtägliche Periode der Windgeschwindigkeit bis zu Höhen von 10 km herauszuschälen und über deren Amplitude und Phase Zahlen zu ermitteln. Die Existenz einer solchen Periodizität der Windgeschwindigkeit folgt aus den klassischen Untersuchungen von *Margulis* über die elastischen Eigenschwingungen der Atmosphäre, sie wurde von *Hann* weiter verfolgt und aus den Beobachtungsergebnissen von Bergobservatorien nachgewiesen und ist neuerdings durch theoretische Untersuchungen, z. B. von *Sold* und *Schuster* weiter bearbeitet und auf geophysikalische Fragen angewandt worden, so daß die Untersuchung der Verfasser weiteres Interesse beanspruchen kann, zumal sie die Theorie bestätigt und zu deren Erörterungen anregt. (R. Seeliger.)

1) Behauptung und Beweis des Verfassers sind unrichtig. E. Freundlich.

7213 

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 7.

15. Februar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Kriterien der bakteriologischen Forschung. Von
Dr. L. Paneth, z. Zt. im Felde. S. 73.

Besprechungen:

Nelson, Leonhard, Kritik der praktischen
Vernunft. Von *Oskar Kraus, Prag.* S. 79.

Einstein, A., Ueber die spezielle und die all-
gemeine Relativitätstheorie. Von *M. Born,*
Berlin. S. 82.

Über komplexe Moleküle. S. 82.



OSRAM
AZO

Das
strahlend weiße Licht

OSRAM-
AZO

Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:

OSRAM-AZOLA

Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

AuerGesellschaft, Berlin O. 17.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Hermann Lenhartz, Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von Professor Dr. **Erich Meyer**

Direktor der Medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E., Stabsarzt d. L.,

Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. A.-K.

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel. 1916. — Preis gebunden M. 12.—

Taschenbuch der speziellen bakterio-serologischen Diagnostik

Von Dr. **Georg Kühnemann**

Oberstabsarzt a. D., praktischer Arzt in Berlin-Zehlendorf

Preis gebunden M. 2.80

Soeben erschien:

Taschenbuch der praktischen Untersuchungsmethoden der Körperflüssigkeiten bei Nerven- und Geisteskrankheiten

Von Dr. **V. Kafka**

Hamburg-Friedrichsberg

Mit einem Geleitwort von Professor Dr. W. Weygandt

Mit 30 Textabbildungen. Preis gebunden M. 5.60

Vor kurzem erschien:

Die Wassermannsche Reaktion in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie

Von Dr. med. **Erich Sonntag**

Privatdozent und Assistent an der chirurgischen Klinik der Universität Leipzig

Mit einem Geleitwort von Geheimrat Prof. Dr. E. Payr

Preis M. 6.80

Vor kurzem erschien:

Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten Zugleich eine Einführung in die Allgemeine Protozoenkunde Ein Lehrbuch für Mediziner und Zoologen

Prof. Dr. **Max Hartmann**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts
für Biologie, Berlin-Dahlem

Von

und

Prof. Dr. **Claus Schilling**

Mitglied des Kgl. Instituts für Infektions-
krankheiten, „Robert Koch“ Berlin

Mit 337 Textabbildungen. Preis M. 22.—; gebunden M. 24.—

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

15. Februar 1918.

Heft 7.

Kriterien der bakteriologischen Forschung.

Von Dr. L. Paneth, z. Z. im Felde.

Die Bakteriologie, als eigene Wissenschaft vor kaum 40 Jahren erst begründet, hat in dieser kurzen Zeit eine Reihe der wichtigsten Probleme ihres Gebiets bereits gelöst: für die Mehrzahl aller Infektionskrankheiten sind die „spezifischen Erreger“ in Form kleinster einzelliger Pflanzen oder Tiere (Mikroorganismen) gefunden und damit der wesentlichste Teil der Ätiologie geklärt. Eine Minderzahl jedoch hat bisher nicht bezwungen werden können, so die akuten Exantheme, darunter das im Kriege zu trauriger Popularität gelangte Fleckfieber. — Nicht, daß es in dieser Hinsicht an Versuchen, Hoffnungen und felsenfesten Überzeugungen Einzelner gefehlt hätte. Gerade in den letzten Jahren wurden in den Fachzeitschriften auffallend oft Entdeckungen publiziert, die, wenn es sich um „interessante“ Krankheiten handelte, merkwürdig rasch den Weg in die Tagespresse fanden und dem staunenden Leser mit scheinbar einleuchtenden Argumenten den soeben aufgefundenen Erreger der betreffenden Seuche präsentierten. Allerdings konnte die rasche Aufeinanderfolge der Entdeckungen stutzig machen, zumal nicht selten eine die andere aufhob. — Aber auch dem Mediziner, bei aufmerksamer Lektüre der Fachzeitsungen, mußte sich oft genug eine gewisse Verwirrung einstellen und die Frage sich aufdrängen, ob die verschiedenen Herren Entdecker, an deren gutem Glauben nicht zu zweifeln war, wohl fähig seien, das Gewicht ihrer eigenen Argumente selbst richtig einzuschätzen, und weiterhin, welche Beweiskraft überhaupt den ins Feld geführten Fakten innewohne, und welche Kriterien ganz allgemein bei Problemen dieser Art anzuwenden seien.

In diesem Punkt möchte vorliegende Untersuchung einsetzen; es soll von allgemein naturwissenschaftlichem Standpunkt aus die Frage diskutiert werden:

Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit wir einen bestimmten Mikroorganismus als Erreger einer bestimmten Infektionskrankheit ansehen dürfen?

Die Antwort liegt nahe: Der vermeintliche Erreger muß, seinem Namen entsprechend, imstande sein, für sich allein die Krankheit zu erzeugen.

In der Tat wäre mit dieser simplen Bedingung alles getan — wenn sie nur so einfach zu

erfüllen, wie auszusprechen wäre. Gehen wir etwas näher auf das Einzelne ein!

Voraussetzung ist zunächst, daß wir es mit einer bestimmten Infektionskraft zu tun haben, d. h. mit einer solchen, die klinisch gut abgegrenzt und wenigstens in ihren typischen Fällen sicher zu diagnostizieren ist.

Ist z. B. die Krankheit selber erst frisch entdeckt, ungenügend definiert, möglicherweise nur ein annähernder Sammelbegriff unklarer fieberhafter Zustände, die in irgendeiner Gegend und Jahreszeit gehäuft aufgetreten sind — man hat auch dafür Beispiele aus letzter Zeit —, so verliert die ganze Fragestellung ihren Sinn. Und gesetzt, es gelänge, mit dem vermeintlichen Erreger ein der vermeintlichen Krankheit ähnliches Bild hervorzurufen — wie will man entscheiden, ob es wirklich der gleiche und nicht ein anderer, ebenso uncharakteristischer Fieberzustand ist?

Also genaue klinische Charakterisierung einer Krankheit ist Vorbedingung, ehe die ätiologische Forschung einsetzen kann. Hieraus folgt auch, daß man letzterer nicht schlimmer dienen kann, als wenn man es unternimmt, wohlbegründete klinische Unterscheidungen aufzuheben, z. B., wie in letzter Zeit versucht worden, die im vorigen Jahrhundert festgestellte Wesensverschiedenheit des Fleckfiebers (Flecktyphus) vom Abdominaltyphus wieder zu leugnen — welcher Versuch, wenn er allgemeinen Erfolg gehabt hätte, mit Notwendigkeit die ätiologischen Bemühungen hätte auf falsche Wege leiten müssen.

Ein schwierigeres Problem enthält der Ausdruck „für sich allein“ in unserer obigen Antwort. Es ist jetzt wohl allgemein anerkannt und die Meister des Faches haben es eigentlich nie aus dem Auge verloren, viel weniger als das vom Tageserfolg geblendete, gelehrte und ungelehrte Publikum: Mit dem „Erreger“ ist zwar die wichtigste Bedingung der Krankheit gegeben; er ist die konkrete, genau bekannte, sichtbare *conditio sine qua non*; aber er ist nicht die *einzige* Bedingung. Vielmehr müssen auch auf seiten des Makroorganismus (des menschlichen oder tierischen Körpers) gewisse Bedingungen vorhanden sein, die uns noch recht unvollständig bekannt sind und deren Gesamtheit wir als *Disposition* bezeichnen. Ein Eingehen auf dies dunkle Gebiet liegt nicht in unserem heutigen Plan; wir entnehmen daraus nur, daß es zuviel gefordert wäre, ein Erreger müsse unter allen Umständen seine Krankheit erzeugen können; sogar wird man eine günstige Disposition des Versuchstieres nach Möglichkeit herzustellen trachten. So war es, um ein ganz einfaches Beispiel zu nennen, kein Abweichen

von der strengen Regel, wenn *R. Koch*, um mit Choleravibrionen bei Meerschweinchen Cholera hervorzurufen, deren Magensaft alkalisierte und den Darmtraktus durch Opium ruhig stellte, um so mehr, als ähnlich begünstigende Momente wahrscheinlich auch für die natürliche Cholerainfektion des Menschen unerlässlich sind.

Der Ausdruck „für sich allein“ enthält aber noch eine Forderung, und diese führt uns mitten in die bakteriologische Technik. Wir müssen eine *Reinkultur* des Mikroorganismus in der Hand haben; alle in ihr enthaltenen Individuen müssen die gleichen Speziesmerkmale aufweisen und diese auch bei vielfacher Umzüchtung unter wechselnden Bedingungen beibehalten — sonst könnte man nicht von einem *bestimmten* Mikroorganismus sprechen. In die Technik der Reinzüchtung können wir hier nicht eingehen; die Ausarbeitung einer allgemein anwendbaren Methode (durch *R. Koch*) und der mittels dieser Methode geführte Nachweis, daß die einzelnen Bakterien wohlcharakterisierte, hinreichend konstante Spezies darstellen, schufen erst den Standpunkt, von dem aus die ätiologischen Probleme in Angriff genommen werden konnten.

Eine Reinkultur muß ferner die Sicherheit bieten, daß von dem kranken Körper, aus dem sie gezüchtet worden, nichts außer den gewünschten Mikroorganismen in sie übergegangen ist. Denn dann bestünde die Möglichkeit, daß dieses Andere das pathogene Prinzip, und die vermeintlichen Erreger nur akzidentelle Beimengungen wären. — Das Mitschleppen eines *unbelebten* Virus wird dadurch ausgeschlossen, daß man die Kultur viele Male *durch Überimpfung kleinster Mengen* weiterzüchtet; gesetzt, es wäre in den ersten Kulturen ein krankmachendes Gift enthalten, so würde dessen Konzentration, da es sich nicht mit den Bakterien vermehrt, durch die genannte Prozedur in rascher Progression abnehmen und bald verschwindend gering werden. — Und daß ein vermehrungsfähiges, jedoch invisibles, d. h. mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln nicht erkennbares Virus bei allen Überimpfungen unsichtbar mitginge und sich gleichmäßig mitvermehrte, diese theoretisch immerhin bestehende Möglichkeit wird durch sehr zahlreiche Umzüchtungen auf möglichst verschiedenen Nährsubstraten auf ein sehr geringes Maß von Wahrscheinlichkeit herabgedrückt — ist auch praktisch bisher nie störend in die Erscheinung getreten.

Also erst nach vielfacher Umzüchtung unter wechselnden Bedingungen kann im strengen Sinne von einer Reinkultur die Rede sein.

Man wird demnach „Erregern“, die nur wenige Generationen lang auf künstlichem Nährboden fortkommen, insofern skeptisch gegenüberstehen.

Angenommen nun, eine einwandfreie Reinkultur sei zur Verfügung: die Aufgabe ist jetzt, mittels ihrer die Krankheit wiederzuerzeugen. Hier erhebt sich eine neue Bedenklichkeit.

Die Bakteriologie, als ein Teil der Medizin,

hat sich durchaus anthropozentrisch entwickelt: so ganz aufrichtig und von Herzen interessierte man sich seit jeher nur für die Krankheiten des Menschen (allenfalls noch seines Nutzviehs) und von den Tierkrankheiten für jene, deren Erforschung auf menschliche Leiden Licht zu werfen versprach. Für viele menschliche Infektionen sind nun aber sämtliche Tiere — einschließlich der anthropoiden Affen — unempfindlich, andere wieder treten am Tier in so verändertem Bilde auf, daß man sie nicht ohne weiteres als identisch erklären kann.

Bei Tierkrankheiten liegt die Aufgabe relativ einfach, da man die gleiche Spezies, deren Empfänglichkeit bereits feststeht, für die Infektionsversuche benutzen kann. Ebenso bei Krankheiten, die Menschen und Tiere unter gleichen klinischen Symptomen ergreifen, z. B. Milzbrand und Rotz. Die Erreger dieser beiden wurden denn auch schon früh mit aller Exaktheit nachgewiesen. — Allerdings muß man berücksichtigen, daß zum Charakter einer Krankheit auch die epidemiologischen und Immunitätseigenschaften gehören: Als Erreger der Schweinepest war längere Zeit der *Bac. suipestifer* so ziemlich anerkannt; man konnte mit ihm eine der natürlichen Schweinepest ähnliche Erkrankung erzeugen, die sich nur dadurch deutlich unterschied, daß sie nicht kontagiös war und keine Immunität gegen die natürliche Infektion hinterließ. Heute weiß man, daß der *Bac. suipestifer* nur eine, allerdings sehr merkwürdige, konstante Sekundärinfektion darstellt, während der wirkliche Erreger zu den invisiblen Virusarten gehört und von jenem leicht getrennt werden kann, da er feinste Bakterienfilter passiert.

Wenn aber die menschliche Erkrankung beim Tier spontan überhaupt nicht vorkommt und experimentell auch kein genau entsprechendes klinisches Bild zu erzielen ist? — Hier scheint uns eine der häufigsten Quellen übereilter Schlüsse zu liegen. Man bedenke, daß alle akuten Infektionen eine unverkennbare Ähnlichkeit im Verlauf haben, auch gewisse immer wiederkehrende Symptome aufweisen, wie Fieber, Kopfschmerz, Mattigkeit, Appetitmangel, Albuminurie — und man wird verstehen, daß der Entdecker aus den Forscher hinreißen kann, in diesen allgemeinen Erscheinungen *seine* Krankheit wiederzuerkennen. Demgegenüber muß scharf betont werden, daß solche unbestimmte Erscheinungen der Einverleibung einer jeden, belebten oder leblosen, fremden Substanz folgen können, und daß zur Anerkennung einer Infektion, und gar einer bestimmten Infektionskrankheit, viel eindeutiger Zeichen erfordert sind.

Glücklicherweise sind wir nicht auf die klinischen Zeichen allein angewiesen; die pathologische Anatomie lehrt uns charakteristische Veränderungen der Körpergewebe kennen, die mitunter allein zur Diagnose genügen.

So gab das Produkt des tuberkulösen Prozesses,

das Tuberkelknötchen, *R. Koch* die Möglichkeit, die Meerschweinchenkrankheit, welche er mit den präsumptiven Tuberkelbazillen erzeugt hatte, mit voller Sicherheit als Tuberkulose zu erklären (was auf Grund des recht abweichenden klinischen Verlaufs kaum möglich gewesen wäre) und so den Ring des Beweises zu schließen. — Die anatomische Untersuchung gestattete auch, die spontane Meerschweinchentuberkulose von der experimentellen zu unterscheiden. Eine solche Unterscheidung muß natürlich immer vorgenommen werden, sofern das spontane Auftreten der Krankheit unter den Versuchstieren nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Stehen solch deutliche, nur der einen Krankheit zukommende anatomische Veränderungen nicht zu Gebote, so sind wir eines wichtigen Kriteriums beraubt. *Löffler* hat sich über die ätiologische Rolle seines Diphtheriebazillus nur reserviert ausgesprochen, da die diphtheritischen Membranen, die er mit den Kulturen an verschiedenen Versuchstieren erzeugte, in ihrer mikroskopischen Struktur den am Menschen vorkommenden nicht völlig entsprachen.

In der gleichen Arbeit sprach *Löffler* die Hoffnung aus, es möchte die chemische Struktur des Diphtheriegiftes so weit aufgeklärt werden, daß man daraufhin, also *mittels chemischer Reaktionen* die Diagnose entscheiden könnte. Diese Hoffnung ist bisher nicht nur für die Diphtherie, sondern für alle Infektionskrankheiten unerfüllt geblieben. So genau wir von den meisten bazillären Giften die physiologischen Wirkungen kennen, so dunkel ist uns ihre chemische Natur; und gerade diese müßte bekannt sein, um aus dem Nachweis des Giftes ein Kriterium der Krankheit machen zu können. Die physiologischen Reaktionen beruhen doch immer wieder auf Erzeugung der fraglichen Krankheitssymptome und bringen uns also nicht weiter.

Noch ungünstiger steht es bei Krankheiten, deren Virus auf Tiere überhaupt keine Wirkung ausübt. Der *Gonococcus* war schon lange entdeckt, und *Neisser* konnte ihn nicht mit voller Bestimmtheit als Erreger der Gonorrhoe proklamieren; erst als, mehrere Jahre später, einige opfermutige Studenten sich fanden und ein vorgeschrittener Paralytiker . . . gefunden wurde, schloß das experimentum crucis die Kette des Beweises ab.

Hier öffnet sich der Ausblick auf ein bedenkliches, vermutlich im stillen viel mehr als in der Öffentlichkeit diskutiertes Gebiet. Sicherlich würden manche derzeit unlösbare Fragen der menschlichen Pathologie der Entscheidung näher gebracht werden können, wenn es uns möglich wäre, Menschen zu Versuchen heranzuziehen (wie dies in außereuropäischen Ländern bereits mehrfach geschehen ist). Gerade während des Krieges sind auch bei uns Vorschläge dieser Art gemacht (z. B. anstatt einer Todesstrafe einen Infektionsversuch zu vollziehen), von

den maßgebenden Stellen aber nicht akzeptiert worden. Für das einfache Gefühl liegt allerdings etwas Empörendes in solcher Benutzung eines Menschenlebens, so „vernünftig“ und dem Delinquenten selbst willkommen das Arrangement auch meistens wäre. Auch die formal juristischen Schwierigkeiten sind derzeit vielleicht unüberwindlich. — Der Zufall, von moralischen wie juristischen Skrupeln unbeschwert, ist der Wissenschaft öfters zu Hilfe gekommen — in Gestalt von Laboratoriumsinfektionen. So sind bereits reichlich viele Bakteriologen nach versehentlichem Aufsaugen einer Typhusreinkultur an Abdominaltyphus erkrankt — meist konnte jede andere Infektionsquelle ausgeschlossen werden — und haben damit die ätiologische Bedeutung des Eberth-Gaffkyschen Stäbchens besiegelt.

Wie dem allen auch sei: auf freiwillige oder unfreiwillige Stellung einer größeren Zahl von Versuchsmenschen wird man keinesfalls rechnen dürfen, sofern es sich nicht um ganz harmlose Infektionen handelt (z. B. Schnupfen, für den auf diese Weise ein filtrierbares Virus als Erreger nachgewiesen wurde); wir müssen also einen Schritt weiter gehen und fragen:

Wenn die zweifelsfreie Wiedererzeugung der Krankheit durch die Reinkultur nicht möglich, die kausale Beziehung also nicht direkt nachzuweisen ist — welche Kriterien stehen uns dann noch zu Gebote?

Es bleibt einmal die Beobachtung *zeiträumlicher Koinzidenz*. Was diese bedeutet, ist freilich nicht von vornherein gegeben. Werden bei einem Krankheitsprozeß gewisser Art jedesmal gewisse Bakterien gefunden, so müssen diese noch nicht die Ursache jenes sein. Es könnten auch umgekehrt die Bakterien infolge des Prozesses entstanden sein, z. B. durch Urzeugung oder durch Metamorphose sonst harmloser Keime. Beide Hypothesen konnten noch vor einem halben Jahrhundert ernsthaft verfochten werden. Solange sie nicht widerlegt waren, befand man sich natürlich auf grundlosem Boden. Erst mußte nachgewiesen sein, daß — wenigstens innerhalb solcher Zeitspannen, wie sie beim Auftreten von Krankheiten in Frage kommen — weder eine Urzeugung noch eine Artänderung von Bakterien stattfindet: dann erst konnte man daran denken, dem Auftreten bestimmter Arten ursächliche Bedeutung beizumessen. — Ferner mußte der Keimgehalt des gesunden Körpers untersucht werden, bevor man weiter arbeiten konnte. Es ergab sich — zum Glück für die Forschung — die wichtige Tatsache, daß nur dort, wo ein beständiger Verkehr mit der Außenwelt stattfindet, Mikroorganismen vorkommen: auf der Oberhaut, in den Leibesöffnungen und im Magendarmtraktus —, daß aber das *Innere des gesunden Körpers steril* ist.

Hieraus erhellt ohne weiteres, daß ein bei einer Krankheit neu aufgefundenes Bakterium ganz verschieden zu bewerten ist, je nachdem, ob

es etwa im Dickdarm gefunden wurde, wo auch normalerweise sehr zahlreiche, durchaus nicht vollzählig bekannte Spezies vegetieren — oder aber in der Milz, in der Leber, im strömenden Blut usw., wo sein Vorkommen jedenfalls etwas Abnormes bedeutet. Es wäre wohl kaum gelungen, den Typhusbazillus zu züchten, hätte man ihn nur im Darminhalt gesucht, wo er mit zahllosen ähnlichen, mikroskopisch nicht zu unterscheidenden Keimen vermischt ist; aber in den sonst keimfreien Mesenterialdrüsen und im Milzgewebe konnte er in völliger Reinheit beobachtet und nach Züchtung und Feststellung seiner kulturellen Eigenschaften nunmehr auch aus dem Darminhalt isoliert werden.

Aber auch nach all diesen Feststellungen wird man nicht schließen dürfen: finde ich bei einer Krankheit regelmäßig eine Bakterienart in normalerweise sterilem Gewebe, so habe ich die Erreger der Krankheit vor mir. Denn es steht hinlänglich fest, daß gerade in krankhaft verändertes Gewebe, als einen *locus minoris resistentiae*, sekundär Bakterien einwandern und sich dort vermehren können. Wie soll man solche von den primär angesiedelten Erregern unterscheiden?

Hier müssen wir eine allgemeinere Vorstellung zu Hilfe nehmen.

Die Symptome einer Infektionskrankheit, die pathologischen Veränderungen, gelten uns nicht (wie der populäre Meinung) als Ausdruck der Beschädigung des Körpers; wir betrachten sie vielmehr als die *Abwehrmaßregeln*, mittels deren er der eingedrungenen Schädlinge Herr zu werden sucht. Die immer wiederkehrenden Symptome, wie Fieber, Entzündung, Eiterung u. a., lassen sich, wie wir glauben, nur im Lichte dieser Auffassung befriedigend erklären. Demnach werden wir dort, wo solch typischer Prozeß seinen Höhepunkt erreicht hat, z. B. im Innern eines Abszesses, einer tuberkulösen Lungenkaverne, den Erreger viel weniger suchen, als dort, wo die Abwehraktion noch nicht gesiegt hat, z. B. an der Abgrenzungslinie der Entzündung gegen das gesunde Gewebe, im kleinen, eben entstandenen Tuberkelknötchen. — Von der anderen Seite gesehen: Die spezifischen Erreger sind die Pioniere, die am weitesten ins widerstandsfähige Gebiet vordringen, und erst, wenn sie den Boden bereitet (und dabei selbst zugrunde gegangen sind), folgt die träge Masse der Saprophyten nach.

Es ergibt sich aus dieser Betrachtungsweise, daß die *entscheidende Vorarbeit* hier der *pathologischen Anatomie* zufällt. Sie muß Eigenart und Entstehungsweise der Gebilde studieren, mit deren Produktion der Körper auf die Infektion reagiert, und danach angeben können, in welchen Regionen die Erreger des Prozesses und wo sekundär eingewanderte Saprophyten zu erwarten sind. Je deutlicher die anatomischen Veränderungen, die eine Krankheit setzt, desto klarer sind die Wege der ätiologischen Forschung vor-

gezeichnet. Umgekehrt muß diese außerordentlich erschwert sein, wenn eine Krankheit sich durch beinahe negativen Sektionsbefund auszeichnet, wie z. B. das Fleckfieber.

Wir haben also der Forderung der *örtlichen Koinzidenz*, auf Grund unserer Vorstellung über das Wesen des pathologischen Vorgangs, einen ganz bestimmten, mit den tatsächlichen Befunden übereinstimmenden Inhalt geben können; und die gleiche Vorstellung bewährt sich, wenn wir die *zeitliche Koinzidenz* betrachten. Nicht im Höhestadium der Erkrankung (wie man sonst wohl meinen könnte) werden wir den Erreger am zahlreichsten und am typischsten anzutreffen erwarten, sondern im allerersten Beginn, ja noch früher: im Inkubationsstadium. Auch diese Erwartung findet sich — wo nicht besondere Umstände interkurrieren — vollauf bestätigt. Eine einzige Gegenüberstellung möge dies erläutern. Im Blute Typhuskranker gelingt der Nachweis der Bakterien im Beginne der Erkrankung in 90 bis 100 % der Fälle; im weiteren Verlauf sinkt die Chance des positiven Befundes, die ja nur ein anderer Ausdruck für die relative Zahl der Keime ist, allmählich ab und beträgt am Ende der Krankheit kaum über 0 %. — Wenn dagegen *Sanarelli* von seinem Gelbfieberbazillus berichtet, die Häufigkeit des Nachweises betrage im Fieberanfang 0 %, im Fieberabfall 21 %, in der Agonie 30 %, bei Sektionen 60 % — so müßte schon das Verhältnis dieser Ziffern die Vermutung nahe legen, daß es sich nicht um den Erreger, sondern um einen sekundär eingewanderten Saprophyten handelt — was denn auch auf anderen Wegen bewiesen worden ist.

Von Leichenmaterial werden aus dem gleichen Grunde diejenigen Fälle unserem Zweck am besten dienen, wo der Tod in den ersten Krankheitstagen eingetreten, der Körper also dem Ansturm der Bakterien erlegen ist, bevor er seine Abwehrkräfte mobilisieren konnte. Wir werden dann erwarten dürfen, die Erreger in großer Zahl und typischer Anordnung ohne sekundäre Beimengungen anzutreffen.

— Nun sind wir so weit, die präzise Frage stellen zu können: *Genügt* zeitliche und örtliche Koinzidenz in dem geschilderten Sinne, um die Erregernatur eines Mikroorganismus sicherzustellen? Prinzipiell kann es sich, das ist klar, immer nur um einen Wahrscheinlichkeitsschluß handeln. Aber diese Wahrscheinlichkeit kann durch weitgehende Übereinstimmung in den Details und vor allem durch analoge, einander stützende Erfahrungen so sehr gesteigert sein, daß ihr praktisch der Wert völliger Gewißheit zukommt. Ein extremes Beispiel hierfür bietet die Malaria, deren Parasiten, als Protozoen, morphologisch und biologisch bedeutend komplizierter sind als die Bakterien und dementsprechend auch viel reichere Gelegenheit geben, die Koinzidenz in allen Einzelheiten zu verfolgen: hier ist die Übereinstimmung der Entwicklungszyklen im

Menschen, und andererseits im übertragenden Insekt, mit allen Verhältnissen des klinischen Verlaufs, der Infektiosität und der Epidemiologie so überwältigend, daß an der ätiologischen Rolle dieses Blutparasiten niemand mehr zweifelt — obgleich wir von einer Reinkultur noch weit entfernt sind. — Ähnlich stand es bis vor kurzem mit der Syphilis, nur war, abgesehen von der viel weniger ausgeprägten Eigenart des Erregers, dies Problem auch insofern schwieriger, als die *Spirochaete pallida* kein Blut-, sondern ein Gewebeparasit ist, daher in den luetischen Effloreszenzen mit zahlreichen anderen Mikroorganismen vermengt und erst in den tieferen Regionen rein anzutreffen ist.

Nun noch die Kehrseite der Frage! Ist ein Abweichen von der Koinzidenz unter allen Umständen ein Gegenbeweis? — Im Beginn der bakteriologischen Ära nahm man es mit diesem Punkt sehr streng; Löfflers reservierte Haltung in betreff seiner Entdeckung war auch damit motiviert, daß ihm in einigen wenigen seiner zahlreichen Fälle der Nachweis der Diphtheriebazillen nicht geglückt war, während sie andererseits bei einem (unter vielen) gesunden Kinde zu finden waren. — Seither haben wir erfahren, daß infolge unserer technischen Unvollkommenheit der Bakteriennachweis auch in sicheren Krankheitsfällen öfters mißlingt; haben andererseits die „Bazillenträger“ kennen gelernt, die sich in jeder Epidemie finden und die, infolge individueller Disposition, virulente spezifische Bakterien beherbergen und auf andere übertragen können, ohne selbst zu erkranken. — Mehr als sonst noch wird in diesen Punkten das wissenschaftliche Taktgefühl des Forschers in Anspruch genommen, insbesondere in der Bewertung der prozentuellen Verhältnisse und der ihnen entsprechenden Wahrscheinlichkeitsgrade. Denn jedes Abweichen von der Koinzidenz, in negativem wie in positivem Sinne, ist auch heute noch ein gewichtiges Gegenargument, wenn es nicht aus den besonderen, individuellen und epidemiologischen Verhältnissen befriedigend erklärt werden kann.

Daß in dem zuletzt besprochenen Momenten ein Faktor der Unsicherheit liegt, ist nicht zu verkennen; nehmen wir hinzu, daß in einer Reihe von Krankheiten durch die mangelhafte anatomische Lokalisation des Prozesses die Situation des Forschers erschwert ist, so kann man ermessen, wie wertvoll für die ätiologische Forschung eine Entdeckung war, die berufen schien, den wichtigsten und schwierigsten Teil des Beweises, nämlich die experimentelle Erzeugung der Krankheit mittels der Reinkultur, vollgültig zu ersetzen. — Wir meinen die Auffindung der, wenn man so sagen darf, chemischen Abwehrmittel des Körpers — der spezifischen Antikörper. Denn, wenn (nach einem oft gebrauchten Vergleich) Antigen und Antikörper so ausschließlich zueinander passen wie Schlüssel und Schloß —

wobei man getrost an ein amerikanisches Sicherheitsschloß denken darf —, so könnte es dem Forscher, im Besitz des Schlosses, keine Schwierigkeit bieten, zu entscheiden, ob er den richtigen Schlüssel gefunden habe oder nicht. Anders ausgedrückt: Gesetzt, es sei gelungen, den vermuteten Erreger in Reinkultur zu züchten, so brauchte man diese nur mit dem Serum der an der betreffenden Krankheit Leidenden zusammenzubringen und festzustellen, ob spezifische Agglutination, Bakterizidie, Komplementbindung usw. eintritt: wenn ja, so wäre der Erreger sichergestellt. (Der negative Ausfall würde nichts besagen, weil nicht alle Mikroorganismen nachweisbare Antikörper bilden.) Der Schluß gründet sich also hier auf die Koinzidenz, nicht des Erregers selbst, sondern sozusagen seines Abdrucks mit der Krankheit. — Beispielsweise ist es mehrmals in Fällen von Nahrungsmittelvergiftung gelungen, mit einer sogar für forensische Zwecke genügenden Sicherheit den Erreger der Vergiftungsepidemie zu konstatieren, indem man den Nachweis führte, daß die aus den beanstandeten Nahrungsmitteln gezüchtete Bakterienspezies von den Seris der Vergifteten spezifisch agglutiniert wurde.

Daß auch dieses, in seiner einfachen Klarheit so bestechende Kriterium nicht unbedingt beweisend ist, haben einige Entdeckungen der letzten Jahre gezeigt. Es wurde erstens das erstaunliche Phänomen der *Paragglutination* gefunden: Saprophyten, die längere Zeit im Körper eines Infektionskranken vegetieren, erlangen unter Umständen die gleiche Agglutinabilität wie die Erreger. Hätte man zum Beispiel vor Entdeckung des Dysenteriebazillus solch ein paragglutinierendes Bakterium *Coli* gezüchtet, so hätte dieses, was spezifische Agglutination anlangt, allen an einen Erreger zu stellenden Ansprüchen genügt. Das Phänomen ist zwar bis jetzt nur vereinzelt beobachtet, mahnt aber doch zu skeptischer Vorsicht. — Zweitens hat die Erfahrung gelehrt, daß spezifische Antikörper, die einmal gebildet und wieder verschwunden waren, infolge einer Erkrankung *anderer* Art mitunter wieder aufleben: Typhusgeimpfte, die bereits negativ reagierten, zeigen, wenn sie nochmals an Fleckfieber erkranken, meistens ein rasches Wiederaufsteigen der Typhusagglutinine.

Solche Beobachtungen waren es, die einen Untersucher bewogen haben, den Typhusbazillus (eine kurze Zeit hindurch) als Erreger auch des Fleckfiebers zu proklamieren.

Die Anwesenheit spezifischer Antikörper bekundet eben nur, daß der zugehörige Mikroorganismus im Wirtskörper einmal eine Rolle gespielt hat. Aber wann, und welche Rolle, darüber sagt ihr Vorhandensein nichts aus. Dies letzte Moment begründet eine dritte, besonders wichtige Einschränkung. Wir müssen es als durchaus möglich anerkennen, daß auch sekundär eingewanderte Saprophyten ihre Antikörper er-

zeugen. Können wir doch sogar durch künstliche Einverleibung von Bakterien Antikörper erzeugen, ohne daß das Tier überhaupt erkrankt. Angenommen nun, es handle sich um eine regelmäßige Sekundärinfektion mit regelrechter Antikörperbildung, während der wirkliche Erreger infolge ultramikroskopischer Dimensionen oder sonstwie sich dem Nachweis entzieht — so wird es fast übermenschlicher Härte der Kritik bedürfen, einen solchen Saprophyten, zumal wenn man ihn selbst gezüchtet hat, nicht als den Erreger anzusehen.

Kann aber, so wird man fragen, die genaue Beobachtung zeitlicher und örtlicher Verhältnisse uns nicht auch bei den chemischen, wie früher bei den anatomischen, Abwehrreaktionen die nötige Klarheit bringen? — Von der örtlichen Entstehung und Verteilung der Antikörper (lokaler Immunität) wissen wir noch wenig und sind in der Hauptsache darauf angewiesen, sie im Blutserum kreisend aufzusuchen. Was die zeitliche Verteilung anlangt, so kann man nach den bisherigen Erfahrungen erwarten, daß die Antikörper, ihrer Natur als Defensivmaßregeln entsprechend, dann in höchster Konzentration erscheinen werden, wenn die Abwehraktion des Körpers ihren Höhepunkt erreicht — daß sie sich also in ihrem quantitativen Auftreten umgekehrt wie die Erreger verhalten werden. Die Statistik der bakteriologischen und der serologischen Typhusdiagnosen in den einzelnen Krankheitsabschnitten zeigt dieses gegensätzliche Verhalten sehr schön.

Die Hoffnung scheint mir berechtigt, daß man einmal in der Lage sein wird, durch Analyse der Immunitätskurven Anhaltspunkte zu gewinnen, welche ein Urteil über die spezifische oder aber sekundäre Funktion des Bakteriums gestatten, mit welchem die Immunkörper reagieren; vorläufig harret das ganze Gebiet noch der systematischen Bearbeitung. Aber auch dann ist es fraglich, ob man auf diesem Wege Paragglutination wird ausschließen können.

Beim Fleckfieber wurden noch während des Krieges zwei total verschiedene Mikroorganismen gefunden (Bakt. Plotz-Baehr-Olitzky und Bakt. Weil-Felix). Beide werden regelmäßig aus den Kranken gezüchtet (fast niemals aus der Laus, ein bedenklicher Mangel an Koinzidenz!), beide bilden spezifische Immunkörper. Über die Bedeutung dieser (durch Nachprüfungen bestätigten) Befunde sich zu äußern, wäre verfrüht; jedoch ist es klar, daß zunächst jeder der beiden die Beweiskraft des andern widerlegt. Denn die Hypothese, daß ein und dieselbe Infektionskrankheit von mehreren grundverschiedenen Erregern hervorgerufen werden könne, findet ihre Stütze in keinerlei Erfahrung, sondern nur in den pazifistischen Bestrebungen einiger Autoren, unversöhnliche Standpunkte dennoch zu versöhnen.

Wenn wir zum Schluß versuchen, die eingangs aufgestellte Frage in zusammenfassender Weise

zu beantworten, so könnte dies nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse vielleicht in folgender Weise geschehen:

1. *Ein Mikroorganismus ist als Erreger einer Infektionskrankheit bewiesen, wenn es gelingt, mit einer Reinkultur desselben die Krankheit experimentell zu erzeugen.*

Eine Reinkultur ist erst dann anzuerkennen, wenn durch vielfache Umzüchtung unter verschiedensten Bedingungen die Arteinheit und Artkonstanz bewiesen und die Mitschleppung anderer aus dem kranken Körper stammender Agentien ausgeschlossen ist.

Die Krankheit muß zweifelsfrei als identisch mit jener, von welcher die Reinkultur gewonnen wurde, sichergestellt sein: hierzu wird Übereinstimmung der klinischen Symptome einerseits selten genügen, andererseits nicht unbedingt gefordert werden müssen, besonders wenn man genötigt ist, an einer anderen Tierart zu experimentieren; man wird sich auf charakteristische anatomische Veränderungen zu stützen, aber auch die epidemiologischen und Immunitätsverhältnisse zu berücksichtigen haben.

Die experimentelle Übertragung muß sichergestellt sein, indem man ein spontanes Auftreten der gleichen Krankheit unter den gegebenen Bedingungen ausschließt oder unterscheiden lernt.

Das Mißlingen der experimentellen Übertragung bedeutet keinesfalls eine Entscheidung im negativen Sinne; außer Mängeln der Technik können unbekannte Faktoren der Disposition in Betracht kommen.

2. *Zeitliche und örtliche Koinzidenz von Mikroorganismus und Krankheit hat die Kraft eines starken Wahrscheinlichkeitsschlusses, der, je vollkommener die Übereinstimmung und je zahlreicher die kontrollierbaren Einzelheiten, bis zu praktischer Gewißheit gesteigert werden kann.*

Die Art der Koinzidenz muß unserer Vorstellung vom Wesen des pathologischen Vorgangs entsprechen: insbesondere werden Erreger am regelmäßigsten und zahlreichsten zu finden sein während der Inkubation und des Krankheitsbeginns, beziehungsweise in den Leichen der in diesen Stadien Verstorbenen; und hauptsächlich an jenen Stellen, wo die spezifischen anatomischen Veränderungen noch nicht voll entwickelt sind.

Wenn die Bedingung 1 erfüllt ist, wird 2 im allgemeinen auch eintreffen, jedoch bilden Ausnahmen von der Koinzidenz keinen Gegenbeweis: Unvollkommenheiten der Technik können den Nachweis vorhandener Erreger vereiteln — jedoch muß die Häufigkeit des Nachweises mit dem Charakter der Fälle (siehe oben) im Einklang stehen; Gesunde (Bazillenträger) können den Krankheitserreger beherbergen — aber nicht in der für die Krankheit charakteristischen Verteilung im Gewebe.

Solange die Reinkultur nicht gelungen ist, wird die Identifizierung fraglicher Erreger im allge-

meinen nur in solchen Körpergegenden möglich sein, die normalerweise steril sind.

Die Forderung der zeitlichen und örtlichen Koinzidenz gilt auch für eventuelle Zwischenräger, sowohl was den mikroskopischen Befund, als was die Infektiosität anlangt.

3. *Das regelmäßige Auftreten spezifischer Immunitätsreaktionen gestattet einen Schluß von der Wirkung auf die Ursache*, dessen Grad der Sicherheit empirisch ausgemacht werden muß; bis jetzt sind drei Einschränkungen bekannt: die *Paraglutination*, die *unspezifische Reaktivierung spezifischer Antikörper* und die *Antikörperbildung durch konstante Sekundärinfektion*.

Die örtliche Verteilung der Immunitätsreaktionen ist bisher gar nicht, ihre zeitliche (Immunitätskurven) nur mit Reserve zu verwerten.

Ausbleiben der Antikörperbildung gestattet keinen negativen Schluß.

Unser Problem, das wir im Vorhergehenden mit Absicht unhistorisch, rein aus der Sache heraus entwickelt haben, war für die Begründer der Bakteriologie natürlich von zentraler Bedeutung. R. Koch und seine nächsten Schüler haben die an einen spezifischen Erreger zu stellenden Anforderungen mehrfach erörtert und formuliert. Folgendermaßen lauten z. B. bei Löffler (1883):

„... jene drei Postulate . . . , deren Erfüllung für den strikten Beweis der parasitären Natur einer jeden derartigen Krankheit unumgänglich notwendig ist:

1. Es müssen konstant in den lokal erkrankten Partien Organismen in typischer Anordnung nachgewiesen werden,
2. die Organismen, welchen nach ihrem Verhalten zu den erkrankten Teilen eine Bedeutung für das Zustandekommen dieser Veränderungen beizulegen wäre, müssen isoliert und rein gezüchtet werden.
3. Mit den Reinkulturen muß die Krankheit experimentell wieder erzeugt werden können.“

Robert Koch (1890) sagt im wesentlichen das nämliche, nur daß er die negative Seite der Koinzidenzforderung, die Löffler offenbar als selbstverständlich weggelassen, scharf hervorhebt. Seine Forderungen lauten:

„. . . Erstens, daß der Parasit in jedem einzelnen Falle der betreffenden Krankheit anzutreffen ist, und zwar unter Verhältnissen, welche den pathologischen Veränderungen und dem klinischen Verlauf der Krankheit entsprechen; zweitens, daß er bei keiner anderen Krankheit als zufälliger und nicht pathogener Schmarotzer vorkommt; und drittens, daß er, von dem Körper vollkommen isoliert und in Reinkulturen hinreichend oft umgezüchtet, imstande ist, von neuem die Krankheit zu erzeugen.“

Diese Forderungen, erklärt Koch, habe man im Beginn der bakteriologischen Ära stellen

müssen; die seither gemachten Erfahrungen, die alle in dem gleichen Sinne sprächen, ließen die letzte Forderung nicht mehr als unumgänglich erscheinen, sondern man könne nunmehr behaupten, daß, wenn

..... das regelmäßige und ausschließliche Vorkommen des Parasiten nachgewiesen wurde, damit der ursächliche Zusammenhang zwischen Parasit und Krankheit auch vollgültig bewiesen ist.“

Diese vier Leitsätze werden seitdem, in dieser oder ähnlicher Form, als „die Kochschen Postulate“ zitiert. Eine prinzipielle Revision derselben ist meines Wissens bisher nicht unternommen worden, obschon die Fülle der inzwischen aufgefundenen Tatsachen und Gesetze wohl dazu aufgefordert hätte. Wir aber glauben den Geist des Meisters zu ehren, wenn wir seine Lehren nicht als starre Dogmen tradieren, sondern nach Kräften um ihre zeitgemäße Weiterbildung uns bemühen. — In solchem Sinne, als ein moderner Kommentar klassischer Postulate, wolle die gegenwärtige Abhandlung verstanden werden.

Besprechungen.

Nelson, Leonhard, *Kritik der praktischen Vernunft*. Vorlesungen über die Grundfragen der Ethik. Erster Band. Leipzig, Veit & Comp., 1917. XXXIV, 710 S. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 20,—.

Nelson, das Haupt der Neufriesschen Philosophenschule, legt der Mit- und Nachwelt ein Buch vor, das er für die erstmalige und endgültige wissenschaftliche Begründung der Ethik hält. Sowohl die Bedeutung des zweifellos scharfsinnigen Autors, als insbesondere die Bedeutung der behandelten Probleme rechtfertigt es, wenn ich vor den Lesern der „Naturwissenschaften“ etwas tiefer in diese praktisch wichtigsten geisteswissenschaftlichen Fragen eingehe.

Das Werk zerfällt in drei Abschnitte: 1. Ethische Methodenlehre. Sie beantwortet die Frage: Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit eine wissenschaftliche Begründung der Ethik möglich ist? 2. Kritik der praktischen Vernunft. Sie will zeigen, daß sich die Bedingungen erfüllen lassen, indem sie die Prinzipien der Ethik aufweist: „Exposition“ und dann ihre Erkenntnisgründe untersucht: „Deduktion“ oder „Theorie der praktischen Vernunft“. Diese Teilung in Exposition und Deduktion erweise sich nötig, weil die ethischen Prinzipien strittig seien, und man daher nicht mit ihrer Aufstellung beginnen könne. Nicht strittig dagegen ist das System der *abgeleiteten* ethischen Erkenntnisse, und so glaubt N. mit dem, was in systematischer Hinsicht das Letzte ist, mit den abgeleiteten Sätzen beginnen und die Grundsätze durch eine logische Zergliederung der besonderen Anwendung exponieren zu müssen, um sie nach und nach aufzuhellen. Der 3. Teil heißt „Reduktion“ und gibt eine auf Vollständigkeit Anspruch erhebende Übersicht der möglichen ethischen Theorien.

Ich will nicht leugnen, daß das von N. vorgeschlagene „kritische“ Verfahren das richtige sei. Aber ich möchte glauben, daß von der ethischen Forschung zumeist kein anderes gewählt worden ist. Denn wer ethische Untersuchungen anstellt, der fragt sich ja, welche Prinzipien etwa in unseren ethischen Urteilen

und Regeln sich wirksam erweisen. *Aristoteles* wenigstens meint am Anfang seiner *Nikomachischen Ethik*, man dürfe die Prinzipien nicht nur auf Grund von Schlußfolgerungen und begrifflichen Voraussetzungen zu ermitteln suchen, sondern ebenso müsse man sie auf Grund der darüber herrschenden tatsächlichen Urteile untersuchen. (I. 8.)

Dagegen will es mir scheinen, daß das von *N.* vorgeschlagene Verfahren mit dem von ihm eingeschlagenen nicht übereinstimmt. Von „abgeleiteten ethischen Sätzen“ ausgehen, heißt von den sogenannten sekundären Moralgesetzen ausgehen, wie sie sich etwa im Dekalog oder in dem positiven Sittenkodex der Völker spiegeln. Allein mit der Erörterung dieser Sittenregeln zu beginnen, lehnt *N.* ausdrücklich ab; er stellt vielmehr ein oberstes *Sittengesetz* an die Spitze, welches als höchstes Prinzip zugleich das entscheidende „Auswahlprinzip“ im Konfliktsfalle bilden soll. Aber nicht nur dies. Er macht auch nicht, was er selbst verlangt, den „Verstandesgebrauch, wie er in der gemeinen Erfahrung geübt wird“, zum Ausgangspunkt. Denn das oberste Sittengesetz, das er „exponiert“, lautet: „Jede Person hat als solche mit jeder anderen die gleiche Würde.“

Wer wird behaupten, daß dieser Satz, nach allgemeinem ethischen Urteil, das höchste Sittengesetz, d. h. jenes Prinzip darstellt, das im Konfliktsfalle als Richtschnur der Entscheidung dient? In jedem Falle — so glaube ich —, wo ein ethisch Strebender zwischen der Befolgung zweier Sittenregeln schwankt, sucht er die Frage zu beantworten, welche der beiden jene sei, die unter den gegebenen Umständen das Beste unter dem Erreichbaren verbürgt, das ist, exakter gesprochen, dasjenige, was die Mathematiker den „größten Hoffnungswert“ nennen. Und selbst wenn es ihm, wie gar oft, nicht gelingt, diese Frage zu lösen, weil die Lösung seine — oder die menschlichen Verstandeskräfte überhaupt — übersteigt, legt er Zeugnis dafür ab, daß es eben als höchstes praktisch-ethisches Prinzip gilt, das praktisch Vorzüglichste zu wählen. In den bestehenden Moralvorschriften finden wir — zumeist — ein derartiges Verhalten geboten, das sich nach der Erfahrung von Generationen als das ersprießlichste bewährt hat. Lassen uns diese im Stiche, so bleibt es dem eigenen Nachdenken überlassen, das praktisch Beste ausfindig zu machen; hierbei liegt die Voraussetzung zugrunde, daß wir imstande sind, „Gutes“ und „Vorzügliches“ als solches zu erkennen; das wissenschaftliche Problem aber ist: den Ursprung sittlicher Erkenntnis auf Akte gerechtfertigter Wertung und Bevorzugung, die wir als solche in der inneren Wahrnehmung erfassen, zurückzuführen. Wenn ich aber *N.* richtig verstehe, so hält er jedes Bemühen um eine derartige „Güterethik“ für vergeblich und allen daran gesetzten „dialektischen Aufwand“ für „schmählich vertan“.

Allein, wer den Satz von der „gleichen Würde aller Personen“ nicht als oberstes entscheidendes Prinzip anerkennt, wird ähnlich von dem Verfahren *Nelsons* denken. Und ich glaube, jedermann werde mir zustimmen, wenn ich sage, ebensowenig wie dieses Prinzip entspreche dem allgemeinen ethischen Urteile, daß es keine Pflichten gegen sich selbst gebe, daß der Begriff der Pflicht uns erst entgegenrete, wo unsere Handlungen fremde Interessen berühren, daß das Gebot der Gerechtigkeit verlange, fremde Interessen nicht zu verletzen, wenn nicht das *eigene Interesse überwiege*, daß das Sittengesetz ein Rechtsgesetz sei! Ebensowenig daß dasjenige, was über die Gerechtigkeit hinausgehe, eine bloße „Ideallehre“ sei, die keine „Imperative“, son-

dern „Optative“ ausspreche, d. h. bloßen Wunscharakter trage, daß die Schätzung aller außerrechtlichen Ideale eine „ästhetische“¹⁾ sei, daß endlich gar die Erfüllung der Rechtspflichten keinen positiven Wert aufweise, ihre Nichterfüllung aber einen unendlichen Unwert!

All dies — und noch mehr, was ich übergehe — ist nicht nach allgemeinem Urteil, sondern nach eigenem Vorurteil von *Nelson* „exponiert“ oder richtiger gesagt „konstruiert“; es ist daher auch aller dialektische Aufwand zur „Deduktion“ dieser fiktiven Prinzipien fruchtlos vertan. Ich gehe daher nicht weiter auf ihre Kritik ein.

Fruchtbarer scheint mir eine Besprechung des der „Deduktion“ unmittelbar vorangehenden Abschnittes. Unter dem Titel „Postulate der Anwendbarkeit des Sittengesetzes überhaupt“ behandelt hier *N.* die Frage der sog. „Freiheit des Willens“. Er mahnt hierbei mit Recht, folgende drei Bedeutungen zu scheiden: 1. psychologische Freiheit (treffender „Freiheit der Willenshandlung“ genannt), d. i. die Macht des Wollenden, das Gewollte herbeizuführen, „Abhängigkeit des Geschehens vom Wollen“, 2. sittliche Freiheit, d. i. Unabhängigkeit des Wollens von Antrieben, welche der Pflicht widerstreiten, und 3. metaphysische Freiheit, d. i. Unabhängigkeit des Wollens von Ursachen überhaupt, sog. indeterministische Freiheit. — Den Begriff der „sittlichen Freiheit“ hat *N.* nicht ganz einwandfrei formuliert; denn „sittlich frei“ verdient weniger jener genannt zu werden, der frei ist von Versuchung, Gelegenheit und Antrieb zu unrechten Entschlüssen, als einer, der diese Antriebe *überwindet*, so daß sie nicht bestimmende Ursachen für sein Wollen werden. Es ist nun zweifellos: fehlte *allen Menschen* die Macht, das Gewollte herbeizuführen, oder mangelte ihnen unabänderlich in *der* Weise jede Macht über die Ursachen ihrer Willensentschlüsse, daß sie bei jeglichem Wollen zu pflichtwidrigem Entschlusse determiniert wären, gäbe es also schlechtweg weder Handlungs- noch „sittliche Freiheit“, so hätte es keinen Sinn, der Menschheit mit sittlichen Vorschriften gegenüberzutreten; diese beiden Bedeutungen von „Freiheit“ sind in der Tat „Bedingungen“ — und in diesem Sinne Postulate — der Anwendbarkeit des Sittengesetzes. Anders, ja entgegengesetzt, verhält es sich mit der „metaphysischen Freiheit“, der Freiheit des Wollens von bestimmenden Ursachen überhaupt, die *N.* ebenfalls — aber mit Unrecht — zu jenen Postulaten zählt. Sein Argument ist dies: „Wenn wir das Bewußtsein haben, etwas zu *sollen*, so muten wir uns damit zu, unter allen Umständen und also ohne Rücksicht auf die Stärke unserer Neigungen dennoch der Pflicht zu folgen. Diese Zumutung überschreitet grundsätzlich die Schranken der Natur; denn in der Natur gibt notwendig die stärkste Kraft den Ausschlag.“

Aber abgesehen davon, daß es verkehrt ist, zu sagen, die „stärkste Kraft gebe den Ausschlag“, da vielmehr eben jene Kraft die stärkste genannt wird, die den Ausschlag gibt, d. h. das — physische oder psychische — Geschehen schließlich determiniert, so ist hieran nur so viel wahr, daß wir in allen Fällen unrichtigen Wollens — also auch dort, wo die richtige Wahl nicht nur unsere individuelle, sondern die

¹⁾ Um Ästhetik und Ethik nicht zu trennen, widerspricht *N.* hierbei mit Unrecht der Lehre *Kants*, das ästhetische Wohlgefallen sei „uninteressiert“, d. h. habe es nicht mit der Wirklichkeit, sondern mit dem Schein, d. i. den bloßen Vorstellungen, zu tun.

menschliche Kraft überhaupt, übersteigt — die Willensentscheidung (z. B. Verrat eines Geheimnisses unter Folterqualen) mit Betrübnis, als unrichtig und in diesem Sinne pflichtwidrig erkennen, da ein Gemütsakt seinen Charakter, recht oder unrecht zu sein, ebenso unter allen Umständen behält, wie ein Urteilsakt den Wahrheits- oder Falschheitscharakter. Viele werden sich aber vielleicht weigern, solche und ähnliche Fälle „psychischer Nötigung“, „unwiderstehlichen Zwanges“ als Pflichtverletzungen zu tadeln und zu strafen, weil eben hier kein Mensch „wollen kann, wie er soll“, also nahezu alle zu unrichtigem Wollen determiniert sind und sich daher in ihm keine *vergleichsweise ethische Minderwertigkeit* kundgibt!). Nur wo der Willensentschluß, zu dem sich der Täter hat bestimmen lassen, seine relative ethische Minderwertigkeit verrät, sprechen wir im eminenten Sinne von Schuld.

Die „Freiheit von Ursachen überhaupt“ ist so weit entfernt, Bedingung für die Möglichkeit praktischer Normen zu sein, daß vielmehr jede praktisch-ethische Anforderung und Zurechnung zwecklos wäre, wenn gerechtfertigtes wie unrichtiges Wollen zufällig, ursachlos in der Menschenseele entstände, jeder Einflußnahme entrückt und eben darum unverantwortlich! Recht bemerkenswert ist nun der Trugschluß, mit welchem N. den Determinismus, d. i. die Lehre von der Bestimmtheit alles Geschehens in der Welt durch Ursachen, zu widerlegen wähnt. Er unterschiebt nämlich dem Kausalgesetze, das die ausnahmslose Determiniertheit des kosmischen Geschehens durch *Ursachen* behauptet, die Behauptung der ausnahmslosen Determiniertheit durch *Naturgesetze*. Nun zeigt N. ganz richtig, daß jedes Gesetz ein Negativum oder Hypothetikum sei, das gewisse Unmöglichkeiten behauptet, wie z. B. daß es unmöglich sei, daß B ausbleibe, wenn A geschieht. Das Kausalgesetz würde also einen Unsinn behaupten, wenn es besagte, daß alles durch Naturgesetze determiniert sei, weil Gesetze, als hypothetische oder negative Sätze, nichts Reales sind und nichts determinieren können. Das Kausalgesetz behauptet aber ebenso wenig, daß alles durch Naturgesetze bestimmt sei, als es behauptet, daß alles durch das Kausalgesetz selbst determiniert sei; es besagt nur: daß ein kosmisches Geschehen ohne determinierende Ursache unmöglich ist. Aller dialektische Aufwand muß trügerisch veran sein, wenn man durch „Ursachen determiniert werden“ und durch „Naturgesetze determiniert werden“ für gleichbedeutend und letzteres als Kausalgesetz nimmt.

Obgleich wir nach dem Ausgeführten dem Verfasser nicht zugestehen können, daß es ihm geglückt sei, „die unfehlbare kritische Methode zu ihrem letzten Triumphe zu führen“, so obliegt es uns doch, zu betonen, daß sich mancherlei Gutes in dem umfangreichen Werke findet, das es lohnt, sich durch jene Teile durchzuarbeiten, die dem Vorwurfe der unfruchtbaren Spitzfindigkeit nicht entgehen. Im allgemeinen sind diese

¹⁾ Nelson gründet die Berechtigung der staatlichen Strafe auf den Vergeltungsgedanken und erklärt die „Spezialprävention“: Abschreckung, Besserung, Unschädlichmachung für bloße Nebenzwecke im Rahmen der Vergeltung. Ich habe in meinem „Recht zu strafen“, Stuttgart 1911, gezeigt, daß weder die individuelle Vorbeugung, noch die Vergeltung den Straffakt zu rechtfertigen vermag, dessen Bedeutung vielmehr darin liegt, ein unselbständiges Glied in dem Getriebe aller auf Generalprävention abzielenden Maßregeln zu sein. Vergl. auch meinen Aufsatz: „Über den Begriff der Schuld“, Monatsschrift für Kriminalpsychologie, IX. Jahrg., wo ich das Zurechnungsproblem kurz behandle.

Partien gewisse psychologische Untersuchungen der „Theorie der praktischen Vernunft“ und die einleitende Methodenlehre. Ich hebe besonders hervor die Lehre vom „Gegenstand eines psychischen Aktes“ (S. 348), die mit der Charakteristik, die *Franz Brentano* im Anhang zu seiner „Klassifikation der psychischen Phänomene“ (1911, S. 122 u. f.) vom Wesen der psychischen Beziehung gegeben hat, mitunter wörtlich übereinstimmt. Wie hier, so ist N. auch in anderen Punkten den Analysen *Brentanos* sehr nahe gekommen. *Brentano* scheidet bekanntlich die psychischen Beziehungen zum selben Objekt in Vorstellungen, Urteile und Gemütsaktivitäten. Die letztgenannten kennzeichnete B. als ein „Lieben oder Hassen“ im weitesten Sinne dieses Wortes. *Marty* nannte sie Phänomene des Interesses. *Nelson* wählt — allerdings ohne jede Bezugnahme auf *Brentano* oder *Marty* — den Terminus „Interesse“ für alle jene Bewußtseinsbeziehungen, welche jene Gegensätzlichkeit (347) oder Polarität aufweisen: Lust und Unlust, Wünschen und Verwünschen, Begehren und Verabscheuen, so daß sich nach ihm, wie nach *Brentano*, jedes Interesse entweder als Gefallen (Mißfallen) oder als Begehren (Verabscheuen) äußert. Eine Divergenz besteht nur darin, daß N. zwar noch das Streben und Widerstreben als ein Begehren zu den Akten des Interesses zählt, nicht aber das Wollen, weil dieses jene Gegensätzlichkeit von Angenutet- und Abgestoßenwerden nicht aufweist. Ich glaube aber, daß N., sobald er einmal von den überzeugenden Darlegungen *Brentanos* in dessen „Psychologie vom empirischen Standpunkte“ (1874) oder in der erwähnten „Klassifikation“ Kenntnis genommen haben wird, nicht mehr daran zweifeln werde, daß das Wollen ein durch die Überzeugung von der eigenen Wirksamkeit modifiziertes Verlangen ist¹⁾.

Der wertvollste Teil des ganzen Werkes ist die Methodenlehre²⁾. Wie in seinem früheren Werke „Über das sogenannte Erkenntnisproblem“ (Göttingen 1908) zeigt N. auch hier, daß die „erkenntnistheoretische Forderung“, jede Erkenntnis zu begründen, einerseits zu einem unendlichen Regreß führe, andererseits zu einem Zirkel: „Um die Gültigkeit einer Erkenntnis zu prüfen, müßte ich die Erkenntnis mit ihrem Gegenstande vergleichen. Um sie mit ihrem Gegenstande vergleichen zu können, müßte ich den Gegenstand schon kennen. Ich müßte also schon wissen, daß meine Erkenntnis von ihm gültig ist.“ Hierbei berührt er sich mit Lehren, die *Brentano* seit vielen Dezennien vertritt³⁾.

¹⁾ Ebenso vereinzelt, wie in der Trennung von Streben und Wollen, dürfte *Nelson* bleiben, wenn er bei der Klasse der Urteile die Gegensätzlichkeit von Anerkennen und Leugnen bestreitet. Auch hier verweise ich ihn und die Leser auf die beiden genannten Autoren, mit denen N. sich auch insofern verwandt fühlen muß, als sie beide, nicht minder als dies *Fries* getan, auf die innere Wahrnehmung als die Erkenntnisquelle für ethische und logische Prinzipienfragen hinweisen und eben deswegen den Vorwurf des „Psychologismus“ über sich ergehen lassen mußten. — Auch die Lehre vom Affekt (sinnlicher Lust) scheint bei *Fries*, *Nelson* und *Brentano* im wesentlichen gleich als Lust am Empfindungsakte — nicht am Empfindungsgegenstande — gedeutet.

²⁾ Der Verfasser selbst ist dieser Überzeugung und hat darum schon 1915 diesen Teil selbständig erscheinen lassen, um es allen Zufällen seines persönlichen Geschicks zu entziehen. Dem Liebhaber von Kürze und Gehalt sei diese kleinere Schrift besonders empfohlen.

³⁾ In *Brentanos* Vortrag über den Begriff der Wahrheit (hektographiert 1889 zu Diskussionszwecken in

und neuerdings 1911 im Anhang zur Klassifikation veröffentlicht hat: „Es gibt unmittelbare Erkenntnisse, die an und für sich gewiß sind, also ihre Gewißheit nicht erst etwas außer ihnen entlehnen (Nelsons „Grundsatz des Selbstvertrauens der Vernunft“). Solche Erkenntnisse muß es auch auf ethischem Gebiete geben, wenn anders eine Ethik als wissenschaftliche Disziplin möglich sein soll. Sollen diese unmittelbaren Erkenntnisse allgemein gültig sein, so müssen sie, da sie nicht induktiv gefunden werden können, apriorische, d. i. apodiktische Notwendigkeits- oder Unmöglichkeitserkenntnisse sein.

Irrig ist hierbei jedoch die Fries-Nelsonsche Theorie¹⁾, es seien die ethischen Erkenntnisse zwar unmittelbar gewiß, aber nicht unmittelbar evident, sondern dunkel. Sie wähnt, Evidenz setze das distinkte Bewußtsein von der Evidenz voraus, und übersieht gänzlich die Tatsache, daß konfuse Erkenntnisse zwar zu Irrungen und Streit Anlaß geben können, aber darum nicht minder evident sind als zum unterscheidenden Bewußtsein gebrachte. Ja ich glaube, es ließe sich leicht zeigen, daß die Forderung, jedes evidente Bewußtsein müsse allemal als solches erkannt sein, zu einem unendlichen Regreß führen müsse, da ja das Wissen von der Evidenz selbst eine evidente und unmittelbare Erkenntnis ist, um aber evident zu sein, nach Nelson, Gegenstand eines sondernden Bewußtseins sein müßte usw. in infinitum.

Durch welche Art von „Exposition“ und „Deduktion“ unsere konfusen und in diesem Sinne dunklen ethischen Prinzipien zu distinkter Klarheit erhoben werden können, das hat Franz Brentano in seinem „Ursprung sittlicher Erkenntnis“ gezeigt²⁾, und es ist sehr bedauerlich, daß Nelson diese epochale Schrift auch in seiner Axiomatik der möglichen ethischen Theorien vollständig ignoriert. Auch in der ethischen Methodenlehre nimmt er von ihr und anderen Vorgängern keine Notiz. Und doch tritt gerade hier durch den gelungenen Nachweis, daß das Sollen niemals auf ein Müssen, die Normgemäßheit niemals auf Determiniertheit zurückgeführt werden kann, daß jeder Versuch, die Ethik auf hedonistischer, soziologischer, evolutionistischer, energetischer Grundlage aufbauen zu wollen, unmöglich ist, eine innige Verwandtschaft der Gedankenwelt von Fries-Nelson mit den Lehren Brentanos und seiner Schule zutage.

Oskar Kraus, Prag.

Einstein, A., Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (gemeinverständlich). Sammlung Vieweg, Heft 38. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. IV, 70 S. und 3 Fig. Preis M. 2,80.

Es gibt bereits eine Reihe von Schriften, die die spezielle Relativitätstheorie gemeinverständlich darzu-

stellen bestrebt sind. Den ersten Versuch, die allgemeine Relativitätstheorie einem größeren Leserkreise zugänglich zu machen, hat der Begründer der neuen, kühnen Lehre selbst unternommen. Kühnheit gehört vielleicht auch hierzu, denn es gilt dabei festingewurzelte Denkgewohnheiten und Schulkenntnisse anzugreifen, die ein jeder eingedenk der hohen Autorität seiner Lehrer und der Mühe des Lernens nur ungern aufgibt. Angesichts dieser Sachlage verzichtet Einstein von vornherein auf den hohen Stil der Wissenschaft und wendet sich im Plauderton an den gesunden Menschenverstand des Lesers, dem zunächst beigebracht werden muß, daß die gelernten Begriffe von Raum und Zeit gar nicht so klar und einfach sind, wie die Schule ausgibt, und der auf dem Wege des Zweifels und der Kritik zu der neuen Erkenntnis geführt werden soll. Wie weit es Einstein gelungen ist, durch seine Darstellung den gewünschten Zweck zu erreichen, dem Laien Interesse für die Fragestellungen und Verständnis für ihre Lösungen beizubringen, das wird der Fachmann am schlechtesten beurteilen können; denn dieser, der den Inhalt der neuen Lehre mehr oder minder gründlich kennt, wird die Wirkung des kleinen Buches auf den schlechtweg „Gebildeten“ nicht richtig abschätzen, sondern sich ganz dem Vergnügen der Lektüre überlassen. Gewinnt er doch dadurch einen Einblick in die Werkstatt des Einsteinschen Geistes, der alle abstrakten Theorien auf einigen ganz anschaulichen, elementaren Erkenntnissen aufbaut. Man lese etwa die §§ 8 und 9 über den Zeitbegriff in der Physik, die §§ 19 und 20 über die Gleichheit der trägen und schweren Masse als Argument für das allgemeine Relativitätsprinzip, die §§ 23 und 24 über die Nichteuclidische Geometrie, und man wird darin die Grundgedanken der Einsteinschen Lehre von Raum, Zeit und Gravitation ohne mathematische Formeln in handgreiflichster Weise dargestellt finden. Der Umfang des Buches ist zu gering, um dem Nichtfachmann viel mehr als eine Anregung zu geben; aber es ist zu hoffen, daß diese Wirkung in solchem Maße erreicht wird, daß in nicht zu ferner Zeit die neue, freiere Auffassung von den Grundlagen des physikalischen Weltbildes in den Lehrstoff der Schule Aufnahme findet.

M. Born, Berlin.

Über komplexe Moleküle.

Bringt man eine elektrisch geladene Flüssigkeit zum Verdampfen, dann zeigt es sich, daß die Ladung nicht mit dem Dampf entweicht; dieser verläßt vielmehr vollkommen unelektrisch die Oberfläche. Das stärkste Feld, das sich in Luft von Atmosphärendruck über einer Flüssigkeit dauernd herstellen läßt, beträgt rund 40 000 Volt/cm; dem entspricht eine Oberflächladung von $2 \cdot 10^{10}$ Elektronen pro 1 cm^2 . Da aber auf dieser Fläche rund 10^{15} Moleküle vorhanden sind, so ist trotz der großen Elektronenzahl nur jedes 50 000ste Molekül Träger einer Ladung; die Zahl der Moleküle, die beim Verdampfen die Oberfläche verläßt, ist außerordentlich groß; mittels der kinetischen Gastheorie läßt sich berechnen, daß sie für Wasser von 80° und $\frac{1}{2}$ Atmosphäre 10^{23} pro Sekunde und cm^2 beträgt. Es müßte demnach die gesamte Ladung in Bruchteilen einer Sekunde verloren gehen. Da das, wie sorgfältige Versuche gezeigt haben, nicht der Fall ist, muß man schließen, daß die geladenen Moleküle überhaupt un-

der Philos. Gesellschaft zu Wien) heißt es S. 32: „Wir werden ebensowenig glauben, wie manche es törichterweise tun, man müsse, wo immer man eine Wahrheit erkenne, ein reales Ding mit einem Urteile vergleichen. Sie ahnen nicht, daß zur Ermöglichung des Vergleiches eines realen Dinges mit einem Urteile das reale Ding, wie es ist, bereits von mir erkannt sein müßte. So würde diese Theorie ins Unendliche führen.“ Vergl. auch Nelson, Methodenlehre 43, S. 21, und Brentano, „Ursprung sittlicher Erkenntnis“ S. 9, letzter Abschnitt.

¹⁾ Vgl. Jakob Friedrich Fries' Lehre von der unmittelbaren Erkenntnis von A. Kastil, Göttingen, 1912.

²⁾ Vgl. auch Carl Stumpf „Vom ethischen Skeptizismus, Berlin 1908, und meine Abhandlung: „Grundlagen der Werttheorie“, Jahrbücher der Philos., Berlin 1914.

verdampfbar sind. Um dies zu erklären, kommt *Lenard*¹⁾ zu der Vorstellung, daß sich an jedes geladene Molekül eine Anzahl anderer anlagert, die zusammen einen aneinander haftenden Haufen, ein *komplexes Molekül*, bilden. Solche Aggregate sind indessen nicht nur in elektrisch geladenen, sondern in fast allen Flüssigkeiten vorhanden. Löst man z. B. einen festen Körper in einem Lösungsmittel, etwa Wasser, auf, dann binden die bei der Trennung der Moleküle des festen Körpers freiwerdenden Kräfte eine Reihe von Molekülen des Lösungsmittels, und es entstehen komplexe Moleküle, die *Lenard* in diesem Fall *Lösungsmoleküle* nennt. Ist der gelöste Körper ein Elektrolyt, dann wird die Bildung der Aggregate durch die elektrischen Kräfte der Ionen gefördert. (Schon *Kohlrausch* hat auf solche Molekülkomplexe hingewiesen, die sich bei der Elektrolyse durch geringe Wanderungsgeschwindigkeit auszeichnen.) Doch auch in reinen Flüssigkeiten, wie Wasser, Benzol, Alkohol u. a., bilden sich bei Gelegenheit der Zusammenstöße unter dem Einfluß der Molekularkräfte komplexe Moleküle; ja sie treten auch in Gasen und Dämpfen auf (s. u.).

Da nun in den komplexen Molekülen die Zwischenräume zwischen den Bestandteilen kleiner als zwischen nichtkomplexen Molekülen sind, da die ersteren kompakter sind, so wirken auf ein in der Oberfläche befindliches komplexes Molekül größere Kräfte; sie ziehen dasselbe stärker in das Innere hinein als ein nichtkomplexes Molekül. Dieser Zugkraft ist es zuzuschreiben, daß das komplexe Molekül nicht verdampfen kann. Die eine Ladung tragenden Moleküle einer elektrisierten Flüssigkeit können also die Oberfläche nicht verlassen. Ähnlich liegen die Verhältnisse z. B. bei einer wässrigen HCl-Lösung. Man sollte erwarten, daß die positiv geladenen H-Ionen wegen ihrer großen Beweglichkeit im Überschuß in die Luft hinausdiffundierten und daß die Flüssigkeit sich negativ auflüde. Daß das nicht eintritt, erklärt sich daraus, daß beide Ionenarten Lösungsmoleküle bilden und überhaupt nicht entweichen. Sind in der Oberfläche einer Salzlösung unverdampfbare komplexe Moleküle vorhanden, dann schützen sie die unter ihnen liegenden Moleküle vor der Verdampfung und machen also einen Teil der Oberfläche unverdampfbar, während die Kondensation des Dampfes an diesem Teil der Oberfläche ungeändert stattfindet. Die Dampfspannung wird mithin erniedrigt, und zwar verhält sie sich zu der des reinen Lösungsmittels wie die verdampfbare Oberfläche zur Gesamtoberfläche. Die Erniedrigung der Dampfspannung hängt lediglich von der Zahl der Lösungsmoleküle, die der Konzentration der Lösung proportional ist, nicht aber von der Natur des gelösten Körpers ab, was ja durch die Erfahrung bestätigt wird.

Da die auf komplexe Moleküle normal zur Oberfläche nach innen wirkenden Kräfte besonders groß sind, so ist die *Oberflächenspannung* von Lösungen größer als die des Lösungsmittels. Da die komplexen Moleküle dem Zuge nach innen folgen, so muß der Gehalt der Oberfläche an Lösungsmolekülen geringer sein, als der des Innern. Über der Lösung von normaler Konzentration liegt an der Oberfläche eine dünne Schicht, in der die Konzentration (in Verhältnis Volumen des Lösungs-

mittelmoleküls zum Volumen des Lösungsmoleküls) verkleinert ist. An einer ganz frisch hergestellten Oberfläche wird die Konzentration überall gleich sein und erst nach einer gewissen Zeit wird sich die Oberflächenschicht, die eine geringere Oberflächenspannung zeigen muß, ausgebildet haben. Zur experimentellen Prüfung der Frage nach einer zeitlichen Änderung der Oberflächenspannung benutzt man eine oben verengte Kapillare, die nur wenig mehr aus der Oberfläche der Flüssigkeit herausragt, als es der Steighöhe bei gealterter Oberfläche entspricht. Ein Luftstrom bläst gegen das obere Ende der Röhre, so daß sich stets frische Oberfläche bildet. Stellt man den Luftstrom ab, so findet man, daß eine meßbare Zeit vergeht, bis die Oberfläche sinkt, eben die Zeit, in der sich die Schicht von geringerer Konzentration ausbildet. Sie beträgt bei Wasser rund 0,01 Sek. und ist bei einigen wässrigen Lösungen doppelt so groß.

Auch die 1892 von *Lenard* eingehend untersuchten Erscheinungen der *Wasserfallelektrizität* lassen sich auf Grund der Annahme komplexer Moleküle wesentlich besser als bisher erklären. Zerstäubt man mit einem Zersprüher Wasser, dann ergibt die Untersuchung, daß der herabsinkende Wasserstaub positive Ladung enthält, während die Luft negativ geladen ist. Wird dagegen Wasser auf andere Weise in kleine Teile verteilt, z. B. durch Zerstieben bei schnellem Ausfließen, dann zeigt sich der Effekt nicht. Das, worauf es ankommt, ist, daß *kleinste Wasserpartikel aus der äußersten Oberflächenschicht abgetrennt werden*; dann tritt die elektromotorische Wirkung ein. Diese Tatsachen erklären sich durch das Vorhandensein einer *elektrischen Doppelschicht in der Oberfläche*, die durch die Molekularkräfte der Flüssigkeit hervorgebracht wird, deren Dicke gleich dem Radius der Wirkungssphäre ist und deren äußere (stets negative) Schicht durch die äußerste Molekülschicht gebildet wird. Über ihre Entstehung wird folgendes gesagt: „Es müssen die senkrecht zur Oberfläche gerichteten Molekularkräfte nicht nur die schon betrachtete Verschiebung der komplexen, massiveren Moleküle nach innen hervorbringen, sondern sie müssen eine Wirkung der gleichen Art auch auf die beweglichen Teile der einzelnen Moleküle ausüben, sei es durch Drehungen oder durch innere Verzerrung der Moleküle, jedesmal so, daß dadurch die massiveren Teile dem Innern der Flüssigkeit genähert werden. Diese inneren Massenverschiebungen der an der Oberfläche gelegenen Moleküle müssen bei der elektrischen Konstitution der sie aufbauenden Atome und bei der elektrischen Natur der die Atome im Molekül zusammenhaltenden (chemischen) Kräfte gleichbedeutend sein mit elektrischen Verschiebungen in Richtung der Oberflächennormalen, d. i. mit der Herstellung einer elektrischen Doppelschicht an der Oberfläche. Die massiveren Teile der Atome sind, wie man weiß, mit einer positiven Ladung verknüpft; es ist also die äußere Belegung negativ zu erwarten.“ Wirken nun, wie es beim Zersprühen geschieht, große auf die äußerste Molekülschicht lokalisierte Beschleunigungen auf die Wassermasse, dann wird die äußere negative Schicht abgetrennt und tritt als negative Ladung in die Luft. Ist der Durchmesser der abgetrennten Teilchen gleich oder größer als der Radius der Wirkungssphäre, dann sind sie elektrisch neutral, da sie ja beide Belegungen enthalten. Da der Durchmesser der negativen Elektrizitätsträger bei Verwendung von reinem Wasser $80 \cdot 10^{-8}$ cm beträgt und bis zu $150 \cdot 10^{-8}$ cm hinaufgeht, so würde sich der Radius der Wirkungssphäre in Übereinstimmung mit den Messun-

¹⁾ *P. Lenard*, Probleme komplexer Moleküle. Sitzber. d. Heidelb. Akad. Math.-phys. Kl. (1914), Abh. 27, 28 und 29.

Ann. d. Phys. IV, Bd. 47, S. 463—525 (1915).

gen nach anderen Methoden zu $150 \cdot 10^{-8}$ ergeben. Da die Ladung der Doppelschicht von der Größe der elektrischen Verschiebung, diese von den Dielektrizitätskonstanten abhängt, so ist zu erwarten, daß Flüssigkeiten mit großer Dielektrizitätskonstanten einen kräftigen Wasserfalleffekt zeigen; durch Versuche werden diese Schlüsse bestätigt.

Eingehende Untersuchungen über die Oberflächenbeschaffenheit von Flüssigkeiten führen zu dem Resultat, daß jede Oberfläche aus einer Reihe von Schichten besteht, die elektrisch und materiell verschieden sind. Als Beispiel werde die Oberflächenkonstitution eines vollkommen dissoziierten Elektrolyten hier beschrieben: Zu äußerst findet sich eine teilweise negativ geladene, überwiegend aus reinen Lösungsmittelmolekülen bestehende Schicht; darauf folgt eine, die reich an positiven Ionen ist; noch tiefer finden sich die positiv geladenen Lösungsmoleküle und die negativen Ionen, und von hier ab endlich, im Abstand des Radius der Wirkungssphäre von der Oberfläche, beginnt das eigentliche Innere der Flüssigkeit. Sämtliche an Flüssigkeitsoberflächen bekannten Erscheinungen und ihre Änderungen bei veränderter Konzentration der Lösung (Oberflächenladung, lichtelektrische Wirkung, Wasserfalleffekt) lassen sich auf Grund dieser Konstitution mühelos und einwandfrei erklären.

Eine sehr anschauliche Vorstellung erhält man mittels der komplexen Moleküle vom *osmotischen Druck*: Die Öffnungen der halbdurchlässigen Membran sind wohl für die Moleküle des Lösungsmittels durchlässig, doch können die großen (komplexen) Lösungsmoleküle nicht hindurch. Diese legen sich auf Seite der Lösung vor die Öffnungen und wirken als *Ventile*. Vermöge der Wärmebewegung dringen die Lösungsmittelmoleküle von beiden Seiten gegen die Öffnungen, sie können aber wegen der einseitig versperrenden Wirkung der Ventile nur nach der Seite der Lösung hindurch, so daß auf dieser Seite ein allmählich wachsender Überdruck entsteht. Ist dieser groß genug geworden, dann werden die Lösungsmoleküle so fest gegen die Öffnungen gepreßt, daß diese jetzt vollkommen verschlossen sind. Bei dieser Verstellung ist es ohne weiteres klar, daß die Größe des osmotischen Druckes nur von der Zahl der Lösungsmoleküle (Ventile), nicht von ihrer Natur abhängt, so daß äquimolekulare Mengen gleichen osmotischen Druck ausüben.

Komplexe Moleküle finden sich indessen nicht nur in Flüssigkeiten, sondern auch in Gasen und Dämpfen, und zwar entstehen sie auch hier durch Zusammenballung einiger Moleküle beim Zusammenprall; elektrische Ladung fördert ihre Bildung. Sie spielen eine große Rolle bei der Kondensation von Wasserdampf in Form von Nebel. Kühlt man ein mit Wasserdampf gesättigtes Gas durch plötzliche Expansion ab, dann findet keineswegs immer eine Abscheidung des überschüssigen Wassers zu Nebeltröpfchen statt. Vielmehr bleibt das Wasser dampfförmig, so daß das Gas oft stark übersättigt ist. Sind dagegen Kondensationskerne in Gestalt von kleinen Staub- und Rauchteilchen zugegen, dann schlägt sich an diesen der Wasserdampf nieder; die Übersättigung ist dann weniger groß. Daß auch in gänzlich staubfreier Luft Nebelkerne vorhanden sind, daß dieses komplexe, aus Molekülen des Dampfes gebil-

dete Moleküle sind, wird in einer Arbeit von André¹⁾ nachgewiesen, in der die Lenardschen Gedanken nach dieser Richtung weiter verfolgt werden. Zur Beobachtung des Nebels wird eine Glaskugel verwendet, in die von der Seite her ein schmales, sehr helles Lichtbündel fällt; senkrecht zu demselben geschieht die Beobachtung durch Blenden und Linsen; auf diese Weise gelingt es, in einem kleinen Raum von meßbarer Größe die Tröpfchen direkt zu zählen. Ist der Nebel dazu zu fein, dann wird aus der Fallgeschwindigkeit der Tröpfchenradius und ihr Volumen und aus der berechenbaren kondensierten Wassermenge ihre Zahl ermittelt. Es zeigt sich nun, daß mit steigender Expansion (Übersättigung) die Tröpfchen und damit die Kernzahl pro cm^3 erst langsam, dann von einer bestimmten Übersättigung an (für Wasserdampf in Luft etwa 8) schnell bis zu einem konstanten Endwert steigt. Der Tröpfchenradius nimmt dabei ab; die Tröpfchenbildung findet also zunächst an den großen, bei stärkerer Expansion und höherer Übersättigung an den kleinen Kernen statt. Um über die Natur der Kerne Aufschluß zu erhalten, wird ein elektrisches Feld (1–300 Volt) in die Expansionskammer gebracht; es zeigt sich, daß durch dieses die großen Kerne entfernt werden: diese sind also elektrisch geladen, die kleineren nicht. Erst bei wesentlich stärkerer Expansion treten jetzt Tröpfchen in größerer Zahl auf. Es zeigt sich, daß rund 900 solcher geladener Kerne beider Vorzeichen zusammen in 1 cm^3 enthalten sind; sie werden durch die durchdringende Erdstrahlung erzeugt. Wird durch Bestrahlung mit einem Radiumpräparat die Zahl der großen geladenen Kerne künstlich vermehrt, dann hat das eine starke Vermehrung der Tröpfchen schon bei geringer Übersättigung zur Folge. An dem Verlauf aller dieser Versuche wird nichts geändert, wenn man statt in Luft Wasserdampf in Kohlensäure oder Wasserstoff untersucht. Jedoch erhält man ganz andere Werte für die Tröpfchenzahlen, wenn man statt Wasserdampf Benzol- oder Alkoholdampf untersucht. Daraus ergibt sich mit Sicherheit, daß die Kerne — soweit sie unelektrisch sind — aus den Molekülen des betreffenden Dampfes bestehen. Zwei oder drei Moleküle treten zu einem komplexen Molekül zusammen. Ihre Zahl ist für jeden Dampf von bestimmter Temperatur konstant: für Wasser 110 000, Alkohol 340 000, Benzol 190 000 im Kubikzentimeter, das sind $1,9 \cdot 10^{-11}$ bzw. $2,5 \cdot 10^{-11}$, $0,8 \cdot 10^{-11} \%$ der vorhandenen Dampf molekülzahl. Die Zahl der komplexen Moleküle ist also sehr viel größer als die Zahl der geladenen Kerne (900). Neben diesen beiden Kernarten sind in ganz geringer Zahl (etwa 90 pro 1 cm^3) große unelektrische Kerne vorhanden, die als chemische Reaktionsprodukte (O_3 , H_2O_2) der stets vorhandenen durchdringenden Erdstrahlung anzusehen sind. Alle drei Arten fördern die Kondensation des Dampfes, indem sie die Übersättigung herabsetzen. Doch ist die weitverbreitete Ansicht, daß die Dampfkondensation vorwiegend an elektrisch geladenen Kernen (Ionen) stattfindet, nicht richtig. Von wesentlichem Einfluß ist dagegen die Größe, insofern als es bei Gegenwart großer Kerne — und zu diesen gehören auch sichtbare Rauch- und Staubeilchen — geringer Expansion bedarf um Nebelbildung zu erzielen. K. Schütt, Hamburg.

¹⁾ L. André, Zählung und Messung der komplexen Moleküle einiger Dämpfe nach der neuen Kondensationstheorie. Ann. d. Phys. 52 (1917), S. 1–71.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 8.

22. Februar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Physiologie der Spaltöffnungen. Von Prof. Dr. K. Linsbauer, Graz. S. 85.

Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre. Von Prof. Dr. P. Ludewig, z. Zt. Kiel. S. 89.

Besprechungen:

Lange, W. G., Ueber funktionelle Anpassung, ihre Grenzen, ihre Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde. Von J. Schaxel, Jena. S. 92.

Abel, O., Allgemeine Paläontologie. Von Th. Arldt, Radeberg. S. 93.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Zug der Waldschnepfe. Die Vogelwelt der Capwerden. Vogelsammlung des Warschauer Museums. S. 93.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Strenge Winter. S. 94.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Sibirien. Die neuesten Ergebnisse der Südpolarforschung. S. 95.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Ueber funktionelle Anpassung

ihre Grenzen, ihre Gesetze in ihrer Bedeutung
für die Heilkunde

Von

Dr. med. **Willi G. Lange**

Charlottenburg

Nach dem Tode des im Felde gefallenen Verfassers herausgegeben von

Wilhelm Roux

Preis M. 2.40

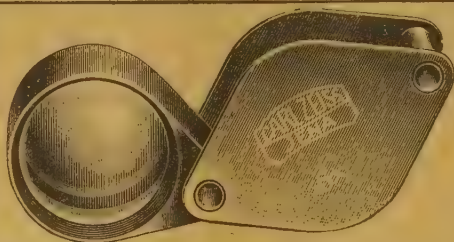
(Siehe Besprechung in dieser Nummer.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

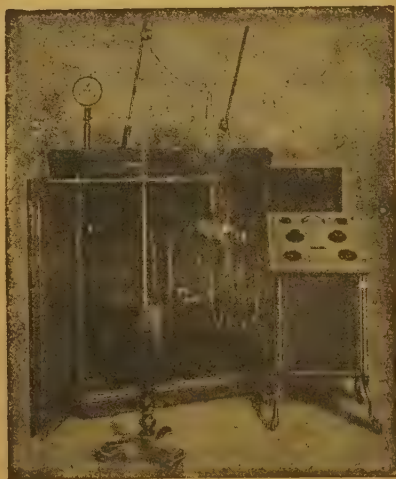


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

22. Februar 1918.

Heft 8.

Über die Physiologie der Spaltöffnungen.

Von Prof. Dr. K. Linsbauer, Graz.

I.

Eine der rätselhaftesten und zugleich bezeichnendsten Eigenschaften des lebenden Organismus ist seine Befähigung zur *Selbstregulation*, d. h. der Möglichkeit, den qualitativen und quantitativen Ablauf eines lebensnotwendigen Prozesses innerhalb gewisser Grenzen in Wechselwirkung mit den jeweiligen Bedingungen der Umwelt und dem Bedürfnisse entsprechend zu verändern. Ein Leben ohne Befähigung zur Selbststeuerung wäre keinen Augenblick von Bestand.

Solche Regulationsbefähigungen begegnen uns daher im Gesamtgebiete der Organismen und bei den verschiedenartigsten Vorgängen; ich erinnere nur an die Temperaturregulation bei den Warmblütlern, an die Regulation des osmotischen Druckes der Zelle, der Verdunstungsgröße der Pflanzen u. v. a.

Eine der auffälligsten Regulationseinrichtungen besitzt die Pflanze in ihren *Spaltöffnungen*, welche namentlich an den Laubblättern, aber auch an jungen Stengelteilen, selbst an unterirdischen Organen zur Ausbildung gelangen; in der Veränderung ihrer Spaltweite findet die Regulationstätigkeit ihren sichtbaren Ausdruck. Die Spaltöffnungen oder Stomata stellen bekanntlich die peripheren Endorgane des „Durchlüftungssystems“ dar, d. h. eines Systems untereinander in Verbindung stehender Lücken und Kanäle, welches das Binnengewebe der Pflanzenorgane durchsetzt, so daß es jeder lebenden Zelle ermöglicht ist, auf diesem Wege mit der äußeren Atmosphäre in Gasaustausch zu treten.

Wenn wir die Spaltöffnungen im Anschluß an *Haberlandt* dem Durchlüftungssystem zurechnen, so soll damit jedoch nicht gesagt sein, daß sich jede Form des Gaswechsels durch ihre Vermittlung vollzieht. Bei der Bezeichnung der Stomata als Durchlüftungsapparate könnte man vielleicht in erster Linie an Organe der Atmung denken, worauf auch der Ausdruck „Atemhöhle“ für den unter der Spaltöffnung gelegenen Hohlraum hinweist. Aber gerade der Atmungsgaswechsel vollzieht sich auch ungestört bei geschlossenen, ja selbst bei fehlenden Spaltöffnungen. Dagegen ist die Kohlensäureassimilation¹⁾, wenigstens der

Hauptsache nach, an die Anwesenheit offener Stomata geknüpft. Verschließt man die Spaltöffnungen nach dem Vorgange *Stahls* durch Überstreichen mit Vaseline, so wird die Kohlensäureassimilation sofort unterbrochen; eine künstliche Anbringung von Öffnungen durch Einstechen mit einer Nadel ermöglicht dagegen ihren Wiedereintritt. Es könnte befremdlich erscheinen, daß das Kohlendioxyd aus der Außenwelt nur durch die Stomata ihren Weg in das Blattinnere findet, während umgekehrt die bei der Atmung innerhalb des Blattes gebildete Kohlensäure durch die Kutikula, ein geschlossenes, aus fettartigen Substanzen bestehendes Häutchen, das sämtliche Pflanzenorgane nach außen hin abschließt, nach außen zu diffundieren vermag. Die Erklärung liegt darin, daß der CO_2 -Gehalt der Außenluft nur außerordentlich niedrig ist, während die in den interzellularen Räumen des Blattes angesammelte Atmungskohlensäure unter einem höheren Partiärdrucke steht und wegen des sich daraus ergebenden steileren Gefälles leicht nach außen zu diffundieren vermag. Wird der CO_2 -Gehalt der die Organe umspülenden Außenluft über die Norm erhöht, so kann — günstige Beleuchtungsverhältnisse vorausgesetzt — die CO_2 -Assimilation auch bei geschlossenen Spalten in beschränktem Maße vor sich gehen.

Die Stomata stehen somit in erster Linie im Dienste der Kohlensäureassimilation. Nicht minder groß ist ihre Bedeutung für die Transpiration, die Abgabe von Wasserdampf, die zwar zum Teil durch die Kutikula hindurch erfolgt (kutikuläre Transpiration), aber doch in überwiegendem Maße durch die Stomata ermöglicht und reguliert wird (stomatäre Transpiration).

Der Bau der Stomata ist so bekannt, daß ich mich begnügen kann, zur Orientierung auf die beiden beigegebenen Figuren¹⁾ zu verweisen, welche einen weit verbreiteten Typus im Quer- und Flächenschnitt darstellen. Auf verschiedene Abweichungen von diesem Bauplan und andere Komplikationen des Spaltöffnungsapparates kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur daran erinnert, daß eine Zunahme des in den beiden halbmondförmigen Schließzellen herrschenden Druckes, des Turgeszenzgrades, zu einer Öffnung der Spalte führt, während umgekehrt dessen Abnahme eine Erschlaffung der Stomata bedingt, unter deren Wirkung sich die Spalte ver-

¹⁾ Die Kohlensäureassimilation, also die Aufnahme von CO_2 und Abgabe von O_2 unter dem Begriffe der Atmung in weiterem Sinne zu subsumieren, wie es von mancher Seite noch immer geschieht, ist durchaus nicht angängig, da es sich bei beiden Prozessen um grundsätzlich verschiedene Vorgänge handelt.

¹⁾ Die diesem Aufsätze beigegebenen Figuren sind mit Genehmigung des Verlages der vom Verfasser besorgten, im Erscheinen begriffenen Neuauflage von *Wiesners* Lehrbuche der Anatomie und Physiologie der Pflanzen (Verlag A. Hölder, Wien) entnommen.

engert. Bei vollständigem Verschluß der Spaltöffnung pressen sich die zarten „Bauchwände“ der Schließzellen dicht gegeneinander; bei zunehmender Öffnung wölben sich dagegen die „Rückenwände“ gegen die anschließenden Oberhautzellen vor, was zu einer Erweiterung der Zentralspalte Anlaß gibt.

Diese kurzen Bemerkungen über Bau und Funktion der Spaltöffnungen, welche in ihren wesentlichen Zügen schon durch die Untersuchungen von *H. v. Mohl*, *Leitgeb* und *Schwendener* klargestellt wurden, dürften zum besseren Verständnis der neueren physiologischen Untersuchungen auf diesem Gebiete, über die ich, einer Einladung der Redaktion Folge leistend, berichten will, genügen.

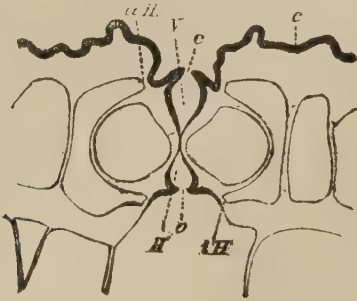


Fig. 1. Querschnitt durch eine Spaltöffnung von *Amaryllis*. e Eingang in den Vorhof V, o Ausgang aus dem Hinterhof H in die Atemhöhle, a. H. äußeres, i. H. inneres Hautgelenk, c Kutikula.]

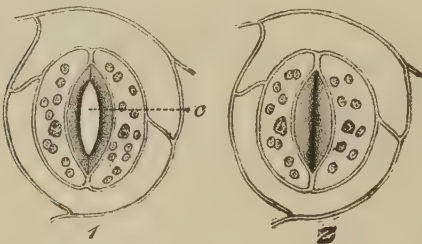


Fig. 2. Flächenansicht einer offenen (1) und einer geschlossenen (2) Spaltöffnung von einem *Begonien*blatte, c Zentralspalte.

Wir wollen nun zunächst die Bedingungen untersuchen, unter denen eine Veränderung der Spaltweite vollzogen wird. Zu diesem Behufe ist es nötig, über eine Methode zur Prüfung der Spaltweite zu verfügen. In neuester Zeit wurde eine ganze Reihe derartiger Methoden ausgearbeitet. Über ihre Anwendung orientiert ein ausführlicher Artikel Prof. *Negers*, welcher im 3. Jahrgange (1915) dieser Zeitschrift erschien und auf den ich Interessenten verweise. Ist man in der Wahl des Untersuchungsmaterials unabhängig, so scheint es mir in vielen Fällen am vorteilhaftesten, den Zustand der Spaltöffnungen am unversehrten Blatte direkt unter dem Mikroskop zu prüfen; viele Laubblätter, namentlich krautiger Pflanzen, sind hinreichend durchscheinend und verfügen über so große Stomata, daß

ihr Öffnungszustand bei mittlerer Vergrößerung mit genügender Schärfe beobachtet werden kann. Diese Methode der direkten Beobachtung bietet den unschätzbaren Vorteil, das Spiel der Stomata am völlig normal reagierenden Blatte verfolgen zu können. Als geeignetstes Material für solche Untersuchungen empfehle ich insbesondere *Impatiens parviflora* und *Tradescantia*-Arten.

Eine Verengung der Spaltweite — wir wollen sie ganz allgemein, ohne Rücksicht auf den Grad derselben, als Schließbewegung bezeichnen — tritt, wie lange bekannt ist, regelmäßig bei Wasserverlust ein und führt im welken Blatte oft bis zum hermetischen Verschluß. An abgeschnittenen, freiliegenden Blättern läßt sich unter Umständen schon nach wenigen Minuten der Eintritt der Reaktion beobachten. Dadurch wird natürlich die Wasserabgabe wesentlich eingeengt und das Welken verzögert. Nach den Beobachtungen einer Reihe von Forschern soll es freilich nicht an Ausnahmen fehlen. Insbesondere sollen die an die Gefahr des Welkens nicht angepaßten Sumpf- und Wasserpflanzen nicht imstande sein, dem Wasserverluste durch eine Schließung ihrer Spaltöffnungen zu begegnen. Solche Angaben stützen sich jedoch zumeist auf einfache Versuche, die auf die natürlichen Bedingungen des Welkens zu wenig Rücksicht nehmen. Es wurden in der Regel abgeschnittene Blätter einfach in die Sonne hingelegt, wodurch sie einem ganz unnatürlich schnellen Wasserverlust ausgesetzt waren, so daß die Schließzellen bereits abgestorben oder doch pathologisch verändert waren, ehe sie noch in die Lage kamen, die ihnen eigenen Reaktionsbewegungen auszuführen. Sorgt man aber dafür, daß der Wasserverlust nur langsam fortschreitet, wie es ja auch unter natürlichen Umständen bei anhaltender Trockenheit der Fall ist, dann reagieren auch die Stomata dieser Pflanzen in der üblichen Weise durch eine Schließbewegung auf Wasserverlust, wovon man sich leicht überzeugen kann. Sehr instruktiv ist in dieser Hinsicht ein einfacher Versuch, den man jederzeit ohne besondere Hilfsmittel durchführen kann. Man pflücke einige Kleeblätter von einer schattigen Wiese und lasse sie bei der gleichen Lichtstärke einige Zeit, etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde, frei liegen. Legt man sie hierauf gleichzeitig mit Blättern von besonnten Pflanzen auf einen sonnigen Tisch nebeneinander, so werden die später gepflückten Sonnenblätter schneller als die Schattenblätter welken, ja sie können unter Umständen schon gänzlich vertrocknet sein, während jene erst leicht angewelkt erscheinen. Die im Schatten einem allmählichen Wasserverlust ausgesetzten Blätter hatten eben hinreichend Zeit, ihre Wasserabgabe durch Spaltenschluß wirksam einzuschränken, während die Sonnenblätter bereits zu welken begannen, ehe noch eine Regulationsbewegung der Stomata einsetzen konnte. Wie die mikroskopische Untersuchung oder *Molischs* Infiltrationsmethode erweist, sind in diesem

Fälle auch tatsächlich die Stomata selbst in dem rauschdürr gewordenen Blatte nach wie vor offen. Auf dieser Tatsache beruht es ja auch, daß ein Strauß von Wiesenblumen, die an sonnigem Standorte gepflückt werden, in kürzester Zeit zu welken pflegt.

Eine sichere Ausnahme bilden nur gewisse Wasserpflanzen mit Schwimmblättern (*Potamogeton*-Arten). Bei Wasserverlust öffnen sich die Stomata ihrer Blätter immer mehr, so daß sie einen rapiden Wasserverlust erleiden und binnen kurzem vertrocknen (*Leitgeb*); unter natürlichen Vegetationsbedingungen kommt aber für derartige Pflanzen die Gefahr des Welkens so gut wie gar nicht in Betracht, so daß das Fehlen der Schließbewegung bei Wasserverlust ökologisch verständlich ist.

Ein anderer Faktor von entscheidender Bedeutung für das Spiel der Spaltöffnungen ist das *Licht*. Es ist schon lange bekannt, daß Lichtentzug eine Schließbewegung der Stomata veranlaßt, doch haben erst neuere Untersuchungen den hohen Grad der Empfindlichkeit des Apparates für Schwankungen der Lichtintensität erwiesen. Ein plötzlicher Wechsel in der Beleuchtungsstärke macht sich unter günstigen Umständen schon binnen 3—5 Minuten in einer Veränderung der Spaltweite bemerkbar. Die Regulierung der Spaltweite ist so vollkommen, daß unter sonst gleichen Umständen am natürlichen Standorte einer Pflanze ein bestimmter, der herrschenden Lichtstärke entsprechender Spaltöffnungszustand zu konstatieren ist. Mit zunehmender Beleuchtungsstärke nimmt nicht nur die Spaltweite, sondern auch die Prozentzahl offener Stomata zu, jedoch nur bis zu einem bestimmten Optimum, über das hinaus sich wieder eine Verengerung vollzieht, ohne daß auch nur ein leichtes Welken nachweisbar wäre, wie schon *Leitgeb* beobachtete, was aber von anderer Seite immer wieder bestritten wurde.

Nachdem, wie wir gesehen haben, die Spaltweite wesentlich von zwei unabhängig von einander veränderlichen Faktoren abhängt — von anderen maßgebenden Bedingungen wird noch später die Rede sein —, so wird sich stets der eine von beiden als der „begrenzende“ Faktor erweisen müssen. Der jeweilige Öffnungszustand wird sich mit anderen Worten nach demjenigen Faktor richten, der „im Minimum“ vorhanden ist, d. h. es wird auch bei günstigster Beleuchtung die Öffnung der Spalte nur so weit gehen, als es der Zustand der Wassersättigung der Zellen erlaubt, und umgekehrt wird auch bei voller Sättigung keine maximale Öffnungsweite erzielt, wenn die Beleuchtungsstärke gleichzeitig zu gering ist. Daraus erklärt es sich auch, daß selbst an Blättern, die in einem absolut feuchten Raum gehalten werden oder sogar ganz unter Wasser untergetaucht sind, durch Lichtentzug eine Verengerung der Spalten bewirkt werden kann, obgleich gerade unter diesen Umständen der Sättigungsgrad der

Gewebe mit Imbibitionswasser ein ungewöhnlich hoher ist, so daß man von vornherein eher weit offene Stomata erwarten sollte.

Es wurde schon des öfteren beobachtet, daß gewisse, namentlich krautige Pflanzen ihre Stomata nachtsüber nicht oder doch nicht vollständig schließen, worin man eine Ausnahme von der Regel erblicken wollte, daß Lichtentzug zu einer Schließbewegung der Spaltöffnungen führt.

Die Zahl solcher Pflanzen mit fehlendem oder unvollkommenem nächtlichen Spaltenverschluß ist nach neueren Untersuchungen (*Molisch* 1912, *Stein* 1913) sogar über Erwarten groß; eine Ausnahme von der Regel, daß Verdunkelung eine stomatare Schließbewegung veranlaßt, können wir in diesem Verhalten nicht ohne weiteres erkennen. Erstens sind die nachtsüber herrschenden Bedingungen nicht einer bloßen Verdunkelung schlechthin gleichzusetzen, und zweitens geht doch auch in den in Rede stehenden Fällen eine Spaltenverengerung, also eine Schließbewegung vor sich, die nur nicht ihren maximalen Wert erreicht.

Hierher gehören u. a. nach den Beobachtungen von *Stahl* und *F. Darwin* insbesondere Pflanzen, deren Blätter Schlafbewegungen ausführen. *C. Stein*, eine Schülerin *Stahls*, fand, daß unter den nyktinastischen Leguminosen nur 14% abends ihre Spaltöffnungen schließen, während unter den Leguminosen ohne Schlafstellung 41% zur Schließbewegung befähigt sind. *Stahl* sieht in der Schlafstellung einen Schutz gegen Taubildung auf den Blattspreiten im Interesse einer ungestörten stomataren Transpiration. Neuestens wurde von *Margarethe Erben* (1916) auch der Verteilung der Stomata an solchen nyktinastischen Blättern ein besonderes Augenmerk zugewendet und in vielen Fällen eine zweifellose Beziehung zur Art der Schlafstellung nachgewiesen. Darnach finden sich die Stomata bei Oxalideen und Leguminosen ausschließlich oder doch vorwiegend an denjenigen Stellen der Blätter, die sich bei Annahme der Schlafstellung gegenseitig decken. Richten sich dabei die Blättchen derartig auf, daß sich ihre Oberseiten einander nähern, dann ist die Mehrzahl der Stomata auf dieser Seite anzutreffen, während sie dort, wo sich die Blättchen in der Nacht nach unten schlagen, in überwiegender Zahl unterseits auftreten; erfolgt bei Annahme der Schlafstellung eine teilweise Deckung der Blättchen, so ist das Vorkommen der Spaltöffnungen auf diese Stellen begrenzt¹⁾. Die Verfasserin zieht daraus den Schluß, daß diese „geschützte“ Anordnung der Stomata ihre Betauung und ka-

¹⁾ Daß in vielen Fällen keine solchen klaren Beziehungen nachweisbar sind, ist nicht verwunderlich; die Transpirationsgröße muß ja nicht immer in der Zahl der Stomata zum Ausdruck kommen, sondern hängt auch von ihrem Bau und der relativen Spaltweite ab. Es wäre von Interesse, zu untersuchen, ob bei gleichmäßiger Verteilung der Stomata nicht doch diejenigen, welche auf den sich in der Schlafstellung deckenden Blatteilen liegen, in bezug auf ihre Diffusionskapazität bevorzugt sind.

pillare Infiltration verhindert, wodurch eine Förderung der nächtlichen Transpiration erzielt wird.

Unseres Erachtens braucht jedoch der Sinn der besonderen Verteilung der Stomata bei den Blättern mit Schlafbewegung nicht auf ökologischem Gebiete zu liegen. Ich verweise insbesondere auf die Verhältnisse bei Marantaceen, deren Blätter durch Vermittlung mächtiger Blattgelenke sehr auffallende Schlafbewegungen ausführen. Wie die anatomische Untersuchung der Gelenkpolster lehrte (W. Hermann 1916, A. Sperlich 1910), treten die Stomata in sehr charakteristischer Weise auf der Seite des Gelenkes in großer Zahl auf, welche bei Annahme der Schlafstellung zur konkaven wird, also auf der Unterseite des Polsters. Die Stomata stehen hier offenbar im Dienste der Bewegungsmechanik: durch die verstärkte Wasserabgabe der Unterseite des Gelenkes wird die Gewebespannung der Gegenseite das Übergewicht erlangen und das Blatt sich abwärts bewegen. Ein gehäuftes Vorkommen von Spaltöffnungen auf einer Blattseite könnte nun in ähnlicher Weise zu einer einseitigen Förderung der Wasserabgabe führen, die vielleicht ihrerseits die entsprechenden Hälften des Blattgelenkes in der gleichen Weise beeinflussen könnte, als ob die Stomata auf den Gelenken selbst ungleich verteilt wären, wie es bei den Marantaceen der Fall ist.

Wenngleich sich die Bewegung der Schließzellen in deutlicher Wechselwirkung zu den äußeren Lebensbedingungen vollzieht, so steht sie andererseits doch unter der Herrschaft des Organismus, der das Maß der Bewegungstätigkeit bestimmt; sie ist, wie man es auszudrücken pflegt, auch von „inneren“, in der Organisation gelegenen Bedingungen abhängig. Unter ihnen spielt der jeweilige Entwicklungszustand des Blattes, das *Blattalter*, sowie die *Lage* der Stomata in bestimmten Regionen des Blattes eine maßgebende Rolle.

Gewöhnlich ist die Beweglichkeit in einem gewissen mittleren Alter am größten. Am augenfälligsten fand ich die Erscheinung bei *Vaccinium vitis idaea* ausgeprägt, bei welcher die Stomata im Hochsommer an den diesjährigen Trieben in der Regel fast durchwegs geschlossen sind, während die der vorjährigen Blätter in typischer Weise auf Licht- und Feuchtigkeitschwankungen reagieren, wovon man sich mit Hilfe der Infiltrationsmethode jederzeit mühelos überzeugen kann. Nur bei dem Zusammentreffen besonders günstiger Umstände öffnen sich die Stomata auch an den jüngeren Blättern, ein Beweis, daß ihnen die Befähigung zur Bewegung keineswegs fehlt. An älteren Blättern krautiger Pflanzen pflegt sich hingegen ein Starrezustand der Spaltöffnungen einzustellen, sie büßen ihre Regulationsfähigkeit vollends ein¹).

¹) Wenn neuestens M. Heilbronn (1916) nachwies, daß bei *Camellia japonica* die in diesem Falle verholzten Stomata nach Eintritt der Verholzung bei

Durchmustert man die Stomata eines einzelnen Blattes, so zeigen ihre Spalten oft zur selben Zeit den verschiedensten Grad der Öffnungsweite; es kann vorkommen, daß weit offene und völlig geschlossene Stomata knapp nebeneinander liegen. Wenngleich wir durchaus nicht immer über die Ursache des verschiedenen Verhaltens eine befriedigende Aufklärung geben können, so ist doch in vielen Fällen eine Beziehung zur Topographie des Blattes unverkennbar.

Bei den parallelnervigen Monokotylenblättern pflegen die in einem Interkostalraume, d. h. in dem von zwei „Nerven“ begrenzten Bezirke, gelegenen Stomata unter sich gleich zu reagieren, während sie im anstoßenden Areale oft einen anderen Öffnungszustand aufweisen.

Bei den Dikotylen ist häufig ein verschiedener Reaktionszustand der Stomata an Blattspitze und -basis zu beobachten. Es ist kaum zweifelhaft, daß dieses Verhalten mit den Unterschieden in der anatomischen Struktur des Blattes, speziell mit der Anordnung und Größe der Interzellularen in enger Beziehung steht. In diesem Zusammenhange ist es von Interesse, daß in jüngster Zeit durch R. Paulmann (1914) die Aufmerksamkeit auf Strukturunterschiede im Blatte gelenkt wurde. Danach trägt die Blattspitze einen mehr xerophytischen Charakter, d. h. die Kennzeichen eines an trockenes Klima angepaßten Blattes, was sich u. a. insbesondere auch an der relativen Kleinheit der Interzellularräume in dieser Region äußert. Jedenfalls reagieren die basalen Stomata auf Wasserentzug prompter als die der Spitzenregion (*Melampyrum*, *Carlina*, *Plantago*).

Diese und ähnliche Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß die äußeren Bedingungen, welche die stomatären Bewegungen beeinflussen, namentlich der Wasserverlust, nicht unmittelbar auf die Schließzellen wirken, sondern indirekt nach Maßgabe ihrer Wirkung auf die übrigen Zellen des Blattes ihren Spannungszustand beeinflussen, was auch ökologisch durchaus verständlich ist. Nur wenn die Spaltöffnungen im Zusammenhange mit dem jeweiligen Zustande des übrigen Blattgewebes ihre Bewegungen ausführen, ist die Möglichkeit gegeben, den Gasaustausch in einer dem Bedürfnisse des Blattes entsprechenden Weise zu regulieren. Von diesem Gesichtspunkte aus wird auch die anatomische Tatsache verständlich, daß die Schließzellen nicht nur nach außen, sondern auch gegen die Zentralspalte hin, ja bisweilen auf ihrer ganzen freien

Wasserverlust keine Schließbewegung mehr ausführen, so ist dieser Starrezustand vielleicht auch eher auf das Blattalter als auf die chemische Veränderung der Schließzellenmembran zurückzuführen. Daß wenigstens die Einlagerung von Holzlamellen in die Membranen der Schließzellen nicht notwendig mit einer Sistierung des Bewegungsvermögens verknüpft ist, geht jedenfalls aus den Untersuchungen von Neger (1912) und Dengler (1912) an Koniferennadeln hervor, deren Stomata trotz beträchtlicher Holzeinlagerung ihr Bewegungsvermögen beibehalten.

Oberfläche, soweit sie an die Atemhöhle grenzen, von einer für Wasserdampf schwer durchlässigen Kutikula bedeckt sind, so daß ihre unmittelbare Transpiration nach Tunlichkeit eingeschränkt erscheint.

(Schluß folgt.)

Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre.

Von Prof. Dr. P. Ludewig, z. Zt. Kiel.

Unter den zahlreichen Problemen der modernen Radiumkunde ist die Erforschung der in der Atmosphäre vorhandenen durchdringenden Strahlung besonders bedeutungsvoll, weil sie auch für eine große Anzahl anderer naturwissenschaftlicher Gebiete, und zwar für die Geologie, die Luftelektrizität, die Astronomie und nicht zuletzt auch für die Luftfahrt von großem Interesse geworden ist. Die Erforschung des Problems ist heute durchaus noch nicht abgeschlossen, sondern nur soweit gediehen, daß sich in *qualitativer* Beziehung die Faktoren, die von Einfluß sind, übersehen lassen, daß dagegen in *quantitativer* Beziehung nur geschätzte Zahlen vorliegen.

I.

Die Erscheinung, die dem neuen Sondergebiet zugrunde liegt, wurde bei der Messung der Stärke der *Ionisierung eines in einem Metallgefäß eingeschlossenen Gases* gefunden. Ein Gas wird bekanntlich dadurch elektrisch leitend, daß unter der Einwirkung von Radium- oder anderen Strahlungen seine Moleküle elektrisch gespalten (ionisiert) und so zu Trägern des durch das Gas hindurchgehenden Stromes gemacht werden. Die Anzahl der in der Sekunde in einem Kubikzentimeter erzeugten Ionen ist ein Maß für die Stärke der Ionisation und damit für die Stärke der Strahlung. Man sollte nun annehmen, daß ein in einem dickwandigen Metallgefäß abgeschlossenes Gasvolumen, das äußeren Strahlen durch die Wandung vollkommen entzogen ist, keinerlei Leitfähigkeit mehr besitzen könne. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr haben Versuche gezeigt, daß in einem jeden geschlossenen Gefäß die Ionisation nicht unter einen bestimmten Betrag erniedrigt werden kann, und daß der Grund dafür in einer vielgestaltigen Summe von komplizierten Strahlungserscheinungen zu suchen ist. Als einer der wichtigsten Summanden, der bei einem nicht zu dickwandigen Gefäß mit zur Wirkung kommt, ist eine *sehr durchdringungsfähige radioaktive Strahlung* zu nennen, die überall in der Atmosphäre vorhanden ist und dem Problem die umfassende Bedeutung gibt.

Das Vorhandensein dieser äußeren Strahlung wurde in den Jahren 1900/1901 von *Elster* und *Geitel*, *Rutherford*, *Cooke* und *Wood* nachgewiesen. Sie fanden, daß ein um das Ionisationsgefäß gelegter *Bleimantel* die Zahl der in der

Sekunde innen erzeugten Ionen herabsetzte, und zwar um so mehr, je dicker der Bleimantel war. Doch war diese Herabsetzung nur bis zu einem gewissen Grade möglich: bei einer Bleidicke von 5 cm betrug die Abnahme der Ionisation 30 % und konnte nicht weiter getrieben werden. Wo die Restionisation herrührt, ist später zu erörtern, die Versuche zeigen jedenfalls, daß von außen durch die Wandung der Ionisationskammer eine durchdringungsfähige Strahlung eintritt, die erst durch einen sehr dicken Bleipanzern absorbiert werden kann. Die Strahlung kann deswegen nur eine radioaktive sein. Ihren Ursprung und ihre Eigenschaften nachzuweisen, ist die Hauptaufgabe des Problems.

Von den drei Strahlenarten, welche von radioaktiven Substanzen ausgehen, den Alpha-, den Beta- und den Gammastrahlen, können nur die letztgenannten in Frage kommen, denn die Alphastrahlen, welche aus einem Strom schnell fortgeschleudeter, positiv geladener Heliumatome bestehen, werden schon durch dünnste Metallschirme aufgehalten und die aus Elektronen bestehenden Betastrahlen vermögen trotz ihrer größeren Durchdringungskraft nur ganz geringe Bleidicken zu durchdringen. Die Durchdringungsfähigkeit der Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen ist aber von der Größenordnung, die sich nach dem beschriebenen Abschirmungsversuch ergibt.

Tabelle I.
Absorptionskoeffizienten der γ -Strahlen in Aluminium.

Element	$\mu(\text{cm})$	Element	μ
Uran X	24	Mesothor 2 . . .	26
	0,70		0,116
	0,140	Thor B	160
Radium B . . .	230		32
	40	Thor D	0,36
	0,51		0,096
Radium C . . .	0,115	Radioaktinium .	25
Radium D . . .	45		0,190
	0,99	Aktinium B . .	120
Radium E . . .	45		31
	0,99		0,45
	sehr schwach	Aktinium D . .	0,198

Gammastrahlen werden von verschiedenen Gliedern der drei radioaktiven Zerfallreihen ausgesandt. Ihre *Durchdringungsfähigkeit* ist sehr verschieden. Die Tabelle 1 enthält die Absorptionskoeffizienten für Aluminium und zeigt, daß meist von ein und derselben Substanz Gammastrahlen verschiedener Härte ausgesandt werden. So ist z. B. beim Uran X neben einer wenig durchdringungsfähigen Strahlung (Absorptionskoeffizient = 24) und einer mittleren eine sehr durchdringungsfähige vorhanden. Auf die harte Strahlung von Radium C sei besonders verwiesen.

Die *Meßanordnung*, die bei den Versuchen zur Messung der durchdringenden Strahlung benutzt wird, ist sehr einfach und die für Ionisationsmessungen übliche. In das Ionisationsgefäß ragt eine isoliert eingeführte Metallelektrode hinein, die mit einem Elektrometer verbunden ist. Man lädt Elektrode und Elektrometer auf ein bestimmtes Potential auf und beobachtet die Zeit des Zusammenfallens der Elektrometerblättchen. Daraus läßt sich in einfacher Weise die Stärke des elektrischen Stromes bestimmen, der von der Elektrode durch die ionisierte Luft auf die gegenüberende Gefäßwandung übergeht und ein Maß für die Stärke der Strahlung darstellt. Wulf hat die Versuchsanordnung noch dadurch vereinfacht, daß er Elektrometer und Ionisationsraum vereinigte. Als Elektrode, von der der Strom zur Wandung fließt, dient bei ihm das Elektrometersystem selbst. Dieser Apparat, der oft in der Literatur „Wulfscher Strahler“ genannt wird, ist bei den meisten der unten erwähnten Versuche benutzt worden.

Da die Zahl der im geschlossenen Gefäß zur Wirkung kommenden *Strahlungsfaktoren* recht groß ist und sie so ineinandergreifen, daß es schwer ist, sie zu trennen, ist es zweckmäßig, gleich von vornherein eine Übersicht zu geben und so das Zurechtfinden zu erleichtern. Es würde sehr umständlich sein, wenn man hier den langen Weg, der zur Auffindung der einzelnen Faktoren geführt hat, nochmals gehen wollte.

Tabelle 2.

Ursachen der Ionisation in einem geschlossenen Metallgefäß.

1. Die Wandung strahlt α -, β - oder γ -Strahlen
 - a) herrührend von radioaktiven Verunreinigungen,
 - b) herrührend von radioaktiven Induktionen auf den Wänden,
 - c) herrührend von einer Metallstrahlung.
2. Die Luft im Gefäß enthält die Ursache der Ionisation (α -Strahlen)
 - a) herrührend von vorhandener Radium-Emanation,
 - b) das Metall gibt eine strahlende Emanation ab,
 - c) in der Luft geht eine spontane Ionisation vor sich.
3. Die Strahlung kommt von außen (γ -Strahlen)
 - a) vom Erdboden,
 - b) von den in der Atmosphäre enthaltenen Radioelementen,
 - c) vom Oberflächenbelag der Umgebung,
 - d) außerirdische Strahlung.
4. Durch die äußere Strahlung wird in den Wänden eine Sekundärstrahlung erzeugt
 - a) von Betastrahlencharakter,
 - b) von Gammastrahlencharakter.

In der Tabelle 2 sind die Ursachen der Ionisation in einem geschlossenen Gefäß zusammengestellt. Die Tabelle enthält nicht nur die Strahlungsanteile, deren Vorhandensein wirklich nachgewiesen worden ist, sondern auch alle diejenigen, welche in der Literatur überhaupt genannt worden sind.

Neben der von außen kommenden Strahlung, die wir bisher in den Vordergrund der Betrachtung gestellt haben, sind nach der Tabelle auch Alpha- und Betastrahlen wirksam. Diese gehen von strahlenden Substanzen aus, die sich im Gefäß befinden, also entweder auf der inneren Gefäßwandung oder in der Luft selbst. Dieser Anteil der Strahlung ist in verschiedenen Ionisationsgefäßen resp. Wulfschen Strahlern sehr verschieden.

Wie man ferner aus der Tabelle ersieht, wird beim Durchtritt der äußeren Strahlung durch die Gefäßwände eine *Sekundärstrahlung* erzeugt, die zum Teil Beta-, zum Teil Gammastrahlencharakter hat. Gerade das Auftreten dieser Sekundärstrahlung macht die Trennung der einzelnen Strahlungsanteile schwierig.

Die experimentelle Lösung der Aufgabe ist an und für sich nicht leicht, da die in Betracht kommende *Gesamtstrahlung sehr klein ist* und die oben beschriebene Versuchsmethode nur eine sehr beschränkte Genauigkeit besitzt. Daraus erklärt sich, daß die in der Literatur genannten Messungsergebnisse der einzelnen Forscher sehr voneinander abweichen.

Zu den genannten Schwierigkeiten gesellt sich noch eine neue, die ebenfalls von großer experimenteller Bedeutung ist. Schon die ersten Versuche hätten ergeben, daß die Strahlung in ihrer Stärke nicht konstant ist, sondern sich beträchtlich und sprunghaft ändert. Versuche über die Änderung der Strahlung wurden später von *Mc Lennan, Burton, Wood, Campbell, Cline* u. a. gemacht. Aus ihnen ging hervor, daß die Schwankungen ganz unkontrollierbar sind. Von einigen wurde gefunden, daß eine tägliche *Periode* besteht, die zum Teil mit der Periode des Potentialgefälles zusammenfällt; andere fanden im Gegensatz dazu, daß eine solche Periode nicht vorhanden ist. Besonders bemerkenswert sind Versuche von *Bendorf, Dorno, Heß, v. Schweidler* und *Wulf*, die gleichzeitige Beobachtungen an verschiedenen Stellen der Erde (Graz, Davos, Wien, Innsbruck, Valkenburg) machten, um zu erforschen, ob die Schwankungen an allen Stellen gleichmäßig und in gleichem Takt erfolgten. Als Meßinstrument diente das erwähnte Wulfsche Gammastrahlen-elektrometer. Die Ablesungen wurden in der Zeit vom 4. Januar bis 28. Juni 1913 alle 8 Tage gemacht und hatten das in den Kurven der Fig. 1 dargestellte Resultat. Während zwei in Davos benutzte Apparate und zwei Apparate in Wien je unter sich ungefähr parallele Änderungen zeigten, ergab sich bei einem Vergleich der Werte ver-

schiedener Orte, daß ein auch nur einigermaßen paralleler Verlauf nicht vorhanden war.

Mit der Aufstellung der verschiedenen Strahlungsanteile, wie es in Tabelle 2 geschehen ist, ist das Problem naturgemäß nicht gelöst, sondern es handelt sich auch darum, die einzelnen Anteile von einander zu trennen und die Größe der Summanden zu bestimmen. Der einzige Weg, der sich dazu bietet, besteht in dem bereits erwähnten Versuch, die von außen in das Ionisationsgefäß eindringende Strahlung abzuschirmen und die Restionisation zahlenmäßig zu bestimmen.

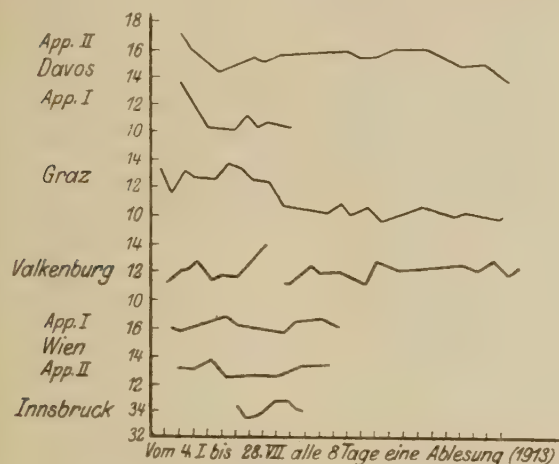


Fig. 1.

Tabelle 3.
Abschirmungsversuche.

	Schirm			
	Material	Dicke		%
Rutherford u. Cooke	Blei	5	Abnahme	30
Cooke	"	—		25
Rutherford u. Cooke	Eisen	5		30
Wood	"	1		8
"	"	5	Zunahme	20
"	Bücher	35		3
Rutherford	Ziegelsteine	—		—
Cooke	"	—		40—50
Wright	"	—	Zunahme	50
Wood	Holz	—		8,5

Tabelle 3 enthält die quantitativen Ergebnisse der in dieser Richtung gemachten Versuche. Eisen schirmt danach fast ebenso viel ab wie Blei. Ein um das Gefäß aufgestellter Bücherwall von 35 cm Stärke ergab eine Abnahme von 3 %; wurden dagegen Ziegelsteine und Holz als Schirm benutzt, so wurde eine Zunahme der Ionisation gefunden. Sie hat darin ihren Grund, daß in diesen Materialien radioaktive Substanzen als Verunreinigungen enthalten sind und eine zusätzliche Strahlung ergeben.

Es lag nahe, auch in Bergwerken Versuche anzustellen und so die äußere Strahlung durch die umgebenden Gesteinswände abzuhalten. Die Versuche von Elster und Geitel, Wulf, Bergwitz

und Gockel (Tabelle 4) hatten sehr verschiedene Ergebnisse, je nach der Art des Bergwerks, in welchem beobachtet wurde. Die in der letzten Spalte der Tabelle angegebenen Ionendifferenzen (gegen die Messungen außerhalb des Bergwerks)

Tabelle 4.
Abnahme der Strahlung in Bergwerken.

	Ort	Ionendiff. gegen außen
Elster u. Geitel	Salzbergwerk Hedwigs- burg bei Wolfenbüttel (330 m Tiefe)	8,3
Wulf	Salzbergwerk	28 %
"	Valkenburger Kreide- höhlen	42 %
"	Kalksteingrotte Han sur Lesse Belgien (100 m)	6,9
Bergwitz . . .	Salzbergwerk Hedwigs- burg	5,3
"	Salzbergwerk Hedwigs- burg	3,9
Wulf	Kohlenbergwerk Charleroi (983 m)	1,6
"	Kohlenbergwerk Auvelais (200 m)	0,5
Gockel	Lötschbergtunnel (Granit)	starke Zu- nahme

zeigen, daß in Salzbergwerken eine sehr beträchtliche Abschirmung der Strahlung durch die Salzschiechten stattfindet, die bis 42 % betragen kann, daß die Abschirmung in Kohlenbergwerken ziemlich gering ist, und daß in dem durch Granit gehenden Lötschbergtunnel eine Zunahme der Strahlung zu beobachten ist. Da Steinsalz keine radioaktiven Verunreinigungen enthält, ist es in dicker Schicht als Schirm besonders gut zu gebrauchen. In der Kohle scheinen dagegen radioaktive Bestandteile enthalten zu sein, die die Abschirmung der äußeren Strahlung durch eine eigene Strahlung überdecken. Daß im Granitfelsen eine erhöhte Strahlung gefunden wurde, ist bei der steten Vereinigung von Granit mit radioaktiven Substanzen ohne weiteres verständlich.

Man hat noch auf eine andere Weise eine Abschirmung der äußeren Strahlung zu erreichen versucht, und zwar durch Messung auf und unter Wasser.

Tabelle 5 enthält eine Zusammenstellung der über Wasser angestellten Versuche, bei denen der von unten kommende Strahlungsanteil absorbiert ist. Die Versuche von Wright, Wulf, Simpson, Mc Lennan, Macallum und Mc Leod zeigen, daß über den Seen in jedem Falle eine Verringerung der Strahlung gemessen wurde, daß aber die Ionendifferenzen gegenüber den Messungen über Land stark voneinander abweichen. Die Versuche unter Wasser wurden in der Weise ausgeführt, daß der Wulfsche Strahler, entsprechend abgedichtet, in das Wasser hinein-

Tabelle 5.
Versuche über Wasser.

	O r t	Ionendiff. gegen Land
Wright	Dampfer auf See	6,7
.. . . .	Torontobucht, 10 m	
	Wassertiefe	2,2
Wulf	Laacher See, 40 m vom	
	Ufer	4,9
.. . . .	College-Weiher in Valkenburg	3,8
.. . . .	Wassergraben, 70 cm breit, 25 cm tief	1,2
Simpson u.		
Wright . . .	Dampfer auf See	6,0
Mc Lennan u.		
Macallum . .	Torontobucht	5,8
Mc Lennan u.		
Mc Leod . . .	Ontariosee	3,2
	Ozean	3,8 ^a

gehängt und vor dem Hineinhängen und nach dem Herausnehmen die Stellung der Elektrometerfäden abgelesen wurde. Die Tabelle 6 ent-

Tabelle 6.
Versuche von Gockel unter Wasser.

m		absolute Ionenzahl
1	über Wasser	13,3
2	unter „	12,7
4	„ „	11,6
6	„ „	10,6
—	auf dem Wasser	5,52
2	unter Wasser	3,86
4	„ „	1,92

hält die Versuchsergebnisse von Gockel. Es zeigt sich, daß die pro Sekunde erzeugte Ionenzahl mit zunehmender Wassertiefe abnimmt, daß also tatsächlich eine starke Abschirmung durch das Wasser vorhanden ist.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Lange, W. G., Über funktionelle Anpassung, ihre Grenzen, ihre Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde. Nach dem Tode des im Felde gefallenen Verfassers herausgegeben von Wilhelm Roux. Berlin, J. Springer, 1917. VI, 64 S. Preis M. 2,40.

Der Wunsch, der Orthopädie und der Praxis und Theorie der Schutz- und Heilimpfungen zu dienen, veranlaßte den jungen Arzt, der bedauerlicherweise selbst bald ein Opfer des Fleckfiebers in einem türkischen Lazarett werden sollte, zur raschen Herausgabe seiner Ausführungen über die Bedeutung der funktionellen Anpassung für die Heilkunde. Auch für den Biotheoretiker sind sie besonderer Beachtung wert.

Von Roux' Lehre der funktionellen Anpassung erfreut sich vielfach nur eine unzulängliche, oft sogar

unrichtige Formulierung weiterer Bekanntschaft: jede vermehrte Arbeit bedingt eine Massenzunahme des arbeitenden Organs. So einfach liegen die Dinge nicht. Eine Maschine, die nicht dauernd, sondern mit Unterbrechungen arbeitend, ein bestimmtes Maß von Arbeit bewältigt, kann auf zweierlei Weise Mehrarbeit vollbringen: Entweder bleibt sie täglich die gleiche Stundenzahl tätig wie vorher, überwindet aber jetzt einen größeren Widerstand in der Zeiteinheit, d. h. sie arbeitet mit größerer Kraft; oder aber ihre Energieaufwendung bleibt gleich, dafür ist die Maschine eine größere Stundenzahl im Gange. Für den Muskel gilt dasselbe. Er kann „Kraftarbeit oder Dauertätigkeit“ leisten. Die gestaltenden Wirkungen der Funktion sind dementsprechend verschiedene. Nur dann, wenn ein Muskel mit größerer Kraft als vorher, d. h. durch Überwindung eines größeren Widerstandes in der Zeiteinheit eine Mehrarbeit leistet, muß sein tätiger Querschnitt zunehmen. Schafft der Muskel dagegen mehr, indem er gegen die gleiche Belastung wie vorher, aber längere Zeit tätig ist, so ist eine Zunahme seiner kontraktilen Substanz nicht erforderlich; es muß jetzt nur seine Fähigkeit, längere Zeit als vorher ohne Ermüdung zu arbeiten, sich vergrößern; es müssen ihm längere Zeit als vorher Nährstoffe zur Verfügung stehen, Abfalls- und Ermüdungsstoffe besser und andauernder fortgeschafft werden können. Die Unterscheidung von Kraftmuskeln und Dauermuskeln, die in ihrem makroskopischen und mikroskopischen Bau differieren und sich Schädigungen gegenüber verschieden verhalten, ist für die Lehre von der Übung und ihrer praktischen Anwendung in der Orthopädie von großer Bedeutung.

In entsprechender Weise kann im Drüsengewebe Mehrarbeit durch größere Leistung in der Zeiteinheit oder durch Verlängerung der Arbeitszeit vollbracht werden. Nur für die Mehrarbeit in der Zeiteinheit ist eine Zunahme der tätigen Substanz zweckmäßig.

Für die Anpassung an vermehrte *passive Leistung des Muskel- und Stützgewebes* gilt Übereinstimmendes wie für die *aktiven Muskeln und Drüsen*. Die Auffassung des Anpassungsgeschehens als eine Reihe von Reiz-Reaktions-Vorgängen läßt die Wirkung der Dauerbeanspruchung verstehen. Jeder Reiz, der mit gleicher Stärke andauernd wirkt, setzt die Reizbarkeit herab. Ganz von selbst sinkt daher jeder Dauerreiz, falls er nur lange genug ununterbrochen anhält, unter die Reizschwelle herab und hört auf, ein Reiz zu sein. Eine aktive, zweckmäßige Hypertrophie erfolgt nur auf Reize, die einen gewissen Grad (die notwendige Reizschwelle) überschreiten. Schwächere Beanspruchungen wirken nicht als Reiz. Das Gewebe wird durch sie beeinflusst, als ob es sich um einen toten Stoff handelt. Es wird gedehnt, wenn die Belastung groß genug ist.

Aus diesen Feststellungen ergeben sich bestimmte *Anwendungen in der Heilkunde*, die für das Muskelgewebe unter besonderer Berücksichtigung des Herzens, die Drüsen und das Stützgewebe dargelegt werden. Es kommt immer darauf an, gerade den Reiz zu bieten, der Anpassung bewirkt.

Die Auffassung des Verhaltens des Körpers gegen eingedrungene *Bakteriengifte* als Anpassungserscheinung führt dahin, der Impfung nur dann Wert beizumessen, wenn aus irgend einem Grunde die eingedrungenen Erreger allein nicht als genügend starker Reiz wirken. Andernfalls führt man nur Gifte ein, ohne zu immunisieren.

Verwandte Gedankengänge lassen bei den *Genuß*,

Arznei- und Stoffwechselgiften neben dem rein chemischen Einfluß der Stoffe an eine „biologische“ Wirkung denken.

Handelt es sich bei dem Einfluß von Wärme und Kälte auf den Körper um Reizwirkungen, die der Körper mit Schutz- und Abwehrbemühungen beantwortet, so führt erst das Versagen dieser Anpassungserscheinungen zu Wärme- und Kälteschädigungen. Es kommt also nicht auf die absolute Größe der *Temperatureinwirkung* an, sondern auf die Art, wie sie als Reiz wirkt.

Hinsichtlich der *Übung* gilt vom Standpunkte der Anpassungslehre der Satz, daß Fähigkeit zur Mehrarbeit irgendeiner Art nur durch tatsächliche Mehrarbeit dieser Art erübt werden kann. Es ist ein Unterschied zu machen zwischen Übung zu Dauerleistung und solcher zu Mehrarbeit in der Zeiteinheit. Die *Schonung* soll die Tätigkeit eines Organs vermindern oder sie völlig stilllegen, wenn durch sie eine Schädigung befürchtet werden muß. Zu große Ansprüche an die Arbeitsfähigkeit, sogenannte Überarbeitung, führt bei gesunden Organen sehr selten zu Schädigungen. Eine Schonung gesunder Organe soll sich daher vornehmlich auf die Vermeidung oder auf die Verminderung solcher Belastung erstrecken, die zu einer Dehnung des arbeitenden Teiles führen kann.

Erörterungen über die Zweckmäßigkeit (Dauerfähigkeit im Sinne von *Roux*) der Anpassungserscheinungen beschließen die Studie, deren mannigfache Anregungen zu prüfen und zu verwirklichen eine der Aufgaben des *Forschungsinstitutes für Entwicklungsmechanik des Menschen und der Säugetiere* sein wird. In den einleitenden Worten stellt *W. Roux* wie früher schon die Forderung der Errichtung einer solchen Anstalt auf. In ihr werden chirurgische, orthopädische, gynäkologische, pathologisch-anatomische und teratologische Erfahrungen mit kausal-analytischen Experimenten an Säugetieren zusammenwirken müssen zur Erforschung der gestaltenden Wirkungsweisen der einzelnen Gewebsarten und Organe.

J. Schaxel, Jena.

Abel, O., Allgemeine Paläontologie. Leipzig und Berlin, G. J. Göschen, 1917. 149 S. und 54 Abbild. Preis geb. M. 1,—.

Mehr und mehr sucht sich die Paläontologie aus der ausschließlichen engen Gemeinschaft mit der Geologie loszulösen, in der sie vorwiegend Leitfossilienkunde war, und eigene Wege auf biologischer Grundlage zu gehen. Sie will nicht mehr bloß nebenbei betrieben, sondern als vollwertige Wissenschaft anerkannt werden. Dies tritt uns auch in dem vorliegenden Bändchen des Wiener Paläontologen entgegen, dem wir besonders die kräftigere Entwicklung der Paläobiologie zu verdanken haben. Sein Buch gibt einen durch zahlreiche gute Abbildungen ergänzten vorzüglichen Überblick über alle allgemeinen Fragen, die uns in der Paläontologie entgegentreten. Ein erstes Kapitel behandelt die Zeitalter und das Zeitmaß der Erdgeschichte. Besonders eingehend werden die Dokumente der Paläontologie besprochen, der wichtigsten Grundlage der Stammesgeschichte, wenn auch neben ihr morphologische, ontogenetische und biogeographische Forschungen eine Rolle spielen. Bei den paläontologischen Dokumenten sind wirkliche Reste der alten Lebewesen von bloßen Spuren scharf zu trennen. Aus der Untersuchung der Entstehung der paläontologischen Dokumente ergibt sich als notwendige Folge der dabei wirksamen Kräfte die Lücken-

haftigkeit des Materials. Sehr notwendig ist es darum, alle Funde möglichst sorgfältig zu präparieren und zu konservieren. Aus diesem Grunde ist die Zersplitterung der Funde in zahlreiche Privat- und Provinzialsammlungen wenig günstig. Eine Zentralisierung in großen Sammlungen müßte der Wissenschaft sehr zugute kommen. Nach dem Präparieren und Konservieren folgt die Entzifferung der Urkunden, die an den heutigen Paläontologen weit höhere Ansprüche stellt als bei Anwendung der alten chronologischen Methode. Morphologische Gesichtspunkte müssen dabei in den Vordergrund treten, äußere Form und innerer Bau streng auseinander gehalten werden. Bei allen Ergänzungen und Rekonstruktionen muß man sich auch vor jeder unbeabsichtigten Täuschung hüten. Auch der Laie soll erkennen, was von einem Tiere oder mehreren herrührt, was Funde und was Ergänzungen sind. Hierher gehört auch die Abkehr von sog. Menageriebildern, die unpassende Tierzusammenstellungen geben. Vor jeder brauchbaren Rekonstruktion muß die Lebensweise des Tieres genau erforscht sein. Ein besonderes Kapitel der Paläontologie machen die Hieroglyphen und Pseudofossilien aus, von denen viele noch ganz problematisch, einige aber doch schon aufgeklärt worden sind. Leider werden viele paläontologische Dokumente durch die Natur wie auch durch den Menschen vernichtet. Ein Schlußkapitel behandelt Aufgaben und Ziele der Paläontologie und betont dabei u. a. die Schwierigkeit der Einordnung fossiler Reste in das zoologische System. Bei der Anwendung der Paläontologie auf die Stammesgeschichte sind Anpassungs- und Stufenreihen von echten Ahnenreihen scharf zu scheiden, können aber dabei doch sehr hohe stammesgeschichtliche Bedeutung besitzen.

Th. Arldt, Radeberg.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 3. Dezember 1917 hielt Major von *Lucanus* einen Vortrag über den *Zug der Waldschnepfe* und führte folgendes aus: Der Ringversuch hat für den Zug von *Scolopax rusticola* folgendes Ergebnis geliefert: Von zwei im Herbst auf Helgoland am Leuchtturm eingefangenen und beringten Schnepfen wurde die eine im folgenden Herbst in Oldenburg, die andere im Sommer in Südschweden erlegt. Die erstere, deren Heimat offenbar auch in Skandinavien lag, war also in beiden Zugperioden aus ihrem Brutrevier in südwestlicher Richtung der deutschen Nordseeküste zugewandert.

5 bei Petersburg beringte Schnepfen wurden auf dem Zuge an folgenden Orten erlegt: Südfrankreich, Ostende, Kent in England, Landau in der Pfalz und Visignano in Istrien. In England ist die Schnepfe vorwiegend Standvogel; einzelne Exemplare ziehen jedoch im Herbst nach Süden, wie aus der Erbeutung von drei Ringvögeln in Südfrankreich, Spanien und Portugal hervorgeht.

In Ostpreußen, besonders auf der Kurischen Nehrung, sowie auf Helgoland, den nord- und ostfriesischen Inseln und der südlich davon gelegenen Festlandsküste finden häufig im Herbst große Massenzüge von Waldschnepfen statt. Solche Wanderungen wurden 1909 und 1910 im Anfang Oktober in Ostpreußen, im November im Nordseegebiet beobachtet. Da diese Züge im Osten und Westen Deutschlands zeitlich sehr weit auseinander liegen, so kann man sie wohl kaum miteinander in Beziehung bringen. Es scheint sich viel-

mehr um zwei voneinander unabhängige Zugserscheinungen zu handeln.

Im November 1910 wurden außer auf Helgoland und im Nordseegebiet auch in Westfalen, dem Rheinland, im Main-Kinzig-Tal sowie den Bergländern zu beiden Seiten des Rheins bis zum Schwarzwald ungeheuer starke Schnepfenzüge beobachtet, woraus ein allmähliches Vordringen der Schnepfen aus Skandinavien, das als Heimat der über die Nordsee wandernden Schnepfen zu betrachten ist, in südwestlicher und südlicher Richtung hervorgeht.

Nach den damaligen Beobachtungen erstreckte sich das Einfallstor dieser Schnepfen an der Festlandsküste von der Wesermündung bis Wester-Ems, also über einen Raum von ca. 130 km Ausdehnung. Wir sehen hieraus, daß wir uns eine Vogelzugstraße nicht als schmale Linie, etwa wie eine Landstraße, vorstellen dürfen, sondern daß sie vielmehr in breiter Front verläuft.

Auf Grund der Daten der Schnepfenwanderungen durch das östliche und südöstliche Deutschland, die Thienemann im 8. und 10. Jahresbericht der Vogelwarte Rossitten gibt, kann man einen Zug aus Finnland und dem nördlichen Rußland durch Ostpreußen nach Südwesten annehmen.

Nach dem gesamten über den Schnepfenzug vorliegenden Material lassen sich für *Scolopax rusticola* folgende Zugrichtungen vermuten:

1. Aus Mittelrußland nach dem Balkan und Kleinasien.
2. Aus Nordrußland durch Mähren, Kärnten, Istrien nach Italien.
3. Aus Nordrußland durch Ostpreußen nach Südwesten, über die Vogesen nach Südfrankreich, der Pyrenäenhalbinsel und wohl bis Nordafrika, das bekanntlich ein beliebtes Winterquartier der Waldschnepfe ist. Auf diesem Wege sind offenbar die in Landau und Südfrankreich erlegten Petersburger Schnepfen gewandert.
4. Aus Nordrußland nach Westen längs der Meeresküste nach England, Belgien und Nordfrankreich.
5. Aus Skandinavien über Rügen durch Mitteldeutschland nach Südwesten (wohl auch wie Nr. 3 über die Vogesen nach Südfrankreich). Vielleicht ist der zeitweise auf Rügen stattfindende Schnepfenmassenzug auch eine Etappe einer von Nordrußland nach Westen gerichteten Wanderung.
6. Aus Skandinavien über Jütland, die Nordsee nach der deutschen und holländischen Küste und von dort nach Südfrankreich und dem westlichen Mittelmeergebiet.
7. Aus England durch Frankreich nach dem westlichen Mittelmeergebiet.

Aus der Richtung dieser Wege geht hervor, daß die Alpen anscheinend nicht überflogen werden. Der Zug aus Nordrußland an der Küste nach Westen, wie durchs Binnenland zeigt, daß die Schnepfen aus demselben Brutgebiet verschiedene Zugrichtungen einschlagen, womit offenbar das unregelmäßige Auftreten der Zugschnepfe, die in manchen Jahren massenhaft erscheint, in anderen wieder fast ganz fehlt, zusammenhängt.

Professor Neumann sprach hierauf über die Vogelwelt der Capverden, die er zum äthiopischen Gebiet rechnet, da von den 34 dort vorkommenden Arten 10 ausgesprochen afrikanische, nur 3 paläarktische sind und 21 sowohl im paläarktischen wie im äthiopischen

Gebiet vorkommen. Geheimrat Reichenow vermochte sich diesen Ausführungen nicht anzuschließen. Er zählt die Capverden zum paläarktischen Gebiet, da es sich nach seiner Ansicht vorwiegend um paläarktische Formen handelt und die Inselgruppe wohl erst später von Afrika, besonders Nordafrika aus, besiedelt worden sei. Von den afrikanischen Arten seien Perlhuhn und Astrild erst eingeführt worden.

Professor Neumann machte dann noch einige Mitteilungen über die **Vogelsammlung des Warschauer Museums**, dessen großartige Kolibrisammlung von den Russen bei der Räumung der Stadt beiseite geschafft worden ist, und zeigte ein ausgestopftes Exemplar von *Corethrura marginalis* Hartl. Diese Ralle ist bisher nur in 10 Exemplaren aus Afrika bekannt, wo sie vermutlich nur als Zugvogel vorkommt, während wir ihre Heimat und Verbreitung noch nicht kennen.

Nachdem Geheimrat Reichenow einige neue Arten aus Neuguinea besprochen hatte, legte Professor Schalow Eier von *Larus melanocephalus* und deren Abbildungen im Eierwerk Bäckers vor.

F. von Lucanus.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung am 8. Januar hielt Geheimrat Dr. Hellmann einen Vortrag über **strenge Winter**. Zur Klassifikation und Vergleichung der Winter hinsichtlich ihrer Strenge haben sich als brauchbar erwiesen: die negativen Abweichungen der Temperaturpentadenmittel vom Durchschnittswert, die Summen der Pentadenmittel mit negativem Vorzeichen, die Summe der einzelnen Tage mit negativen Temperaturminima und die Summe der Temperaturminima der Eistage, d. h. der Tage, deren Temperatur dauernd unter 0° blieb. Die Benutzung der beiden letzten Methoden ist jedoch bei langjährigen Reihen nicht möglich, da Minimumthermometer meist nicht gleich von Anfang an in Gebrauch waren, z. B. in der bis 1766 zurückreichenden Berliner Temperaturreihe erst seit 1829. Um alle Beobachtungen von Berlin verwenden zu können, summierte der Vortragende für den fünfmonatigen Zeitraum November bis März jedes Winters die Temperaturen aller Tage mit negativen Tagesmitteln und wählte diese Zahl zur Kennzeichnung des Winters. Der 150jährige Mittelwert dieser Größe beträgt für Berlin 197°. Als „sehr streng“ wurde ein Berliner Winter bezeichnet, wenn diese Summe mindestens 320° erreichte, und wenn außerdem mindestens 7 Tage mit einem Tagesmittel von \bar{z} — 10° vorkamen.

Nach diesen Bedingungen geordnet, hat Berlin seit 1766 24 sehr strenge Winter gehabt, von denen die härtesten 1829/30 und 1788/89 waren (Temperatursumme 683 und 652°, Zahl der Tage mit — 10°: 28 und 27). Der verflossene Winter 1916/17 mit 237° und 4 Tagen von — 10° ist hiernach nur mittelstrenge gewesen; Herr Hellmann glaubt, daß dieser Winter hauptsächlich aus psychologischen Gründen — Kriegszeit, Vorangehen von 6 außerordentlich milden Wintern, spätes und deshalb nicht mehr erwartetes Einsetzen — den Eindruck der Strenge hervorgerufen hat.

Die nähere Betrachtung der 24 sehr strengen Winter ergab folgende charakteristische Eigenschaften eines solchen: meist treten 3 bis 4 Perioden größerer Kälte ein, die größte Kälte, etwa — 20 bis — 25°, findet in der Regel um die Wintermitte statt. Eine lang andauernde Schneedecke, viel heiteres Wet-

ter, Bodennebel und Winde aus dem östlichen Quadranten fördern dabei die Ausbildung des Frostes. Die Wetterlage entspricht meist dem Typus A von *Teisserenc de Bort*, bei welchem der Kern der Antizyklone über Sibirien liegt und periodisch Ausläufer nach Finnland und Osteuropa entsendet. Nur in 4 Fällen folgten zwei sehr strenge Winter unmittelbar aufeinander.

In der 150jährigen Berliner Temperaturreihe sind langjährige Perioden der extremen Winter nicht erkennbar, jedoch zeigt sich eine eigentümliche Klimaschwankung insofern, als 17 sehr strenge Winter in den Zeitraum 1788 bis 1845 und nur 7 in die darauffolgenden 71 Jahre fallen. Unter Heranziehung analoger Reihen von Stockholm, Lund und Wien wurde gezeigt, daß diese Schwankung tatsächlich vorhanden und nicht etwa durch Beobachtungsfehler (Thermometeraufstellung, Stadteinfluß und dergl.) vorgetäuscht ist.

Die Zerlegung der strengen Winter und der ihnen folgenden Jahreszeiten nach Temperaturpentaden lehrte, daß nach sehr strengen Wintern meist zunächst eine kurze Periode positiver Anomalie, also ein wenigstens teilweise warmes Frühjahr zu erwarten ist, daß aber dann ein kühler Sommer überwiegt. Eine bemerkenswerte Ausnahme bildete der Winter 1794/95.

Sü.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 19. November 1917 sprach Dr. Richard Pohle über Sibirien, indem er zugleich den im Jahre 1914 von der Übersiedelungsbehörde der Hauptverwaltung für Landeinrichtung und Landwirtschaft in Petersburg herausgegebenen „Atlas des Asiatischen Rußlands“ demonstrierte. Sibirien läßt sich in drei breite Längsstreifen zerlegen. *Der Westen*: ein ausgedehntes Tiefland, das sich auf das kirgisische Faltenland und das Hochgebirge des Altai stützt, denen es seine Wasserversorgung durch das Ob-Irtisch-System verdankt; für menschliche Wirtschaft am günstigsten beschaffen durch Boden, schiffbare Flußverzweigungen und die Nähe des europäischen Rußlands. *Die Mitte*: hier stützt sich auf die Hochländer des den Baikalsee umrahmenden „Alten Scheitels“ von Urgestein — ein immerhin noch hochgelegenes Tafelland horizontal gelagerter paläozoischer Sedimente. Diese Landmasse wird umströmt vom Jenissei einerseits, von Aldan und Lena andererseits und quer durchflossen von den östlichen, bzw. westlichen, wenig schiffbaren Nebenflüssen. Auch die Bodenverhältnisse sind hier ungünstiger. *Der Osten*: das Land schaut nach dem Stillen Ozean hin, von dem ihm die Feuchtigkeit kommt; von der Mitte wird es meist durch Faltengebirge getrennt; diese bilden schwer zu überschreitende Verkehrsscheiden, wie z. B. auch um das Gebiet der großen Flüsse: Jana, Indigirka und Kolyma, welches durch den Werchojansker Gebirgsbogen abgeschlossen wird. Zonal betrachtet zerfällt Sibirien in drei Querstreifen: *Tundra*, *Taiga* und *Steppe*. Die beiden ersteren Landschaften werden von der vorwiegend eingeborenen Bevölkerung durch Jagd, Fischerei und Rentnierzucht ausgenutzt. Erst in der Steppe überwiegt das russische Element, das vor allem den Raum der Schwarzerde (Wald- oder Vorsteppe der Russen) besiedelt hat. Hier findet sich auch an der Westgrenze im Kreise Kurgan die größte Volksdichte mit 10 bis 15 Seelen auf den Quadratkilometer. Im Vergleich mit dem Europäischen Rußland ist Sibirien nicht allein durch den Mangel natürlicher Verkehrsstraßen ungünstig gestellt. So erstrecken sich z. B. die für die

Russen wenig nutzbaren Taiga- und Tundralandschaften in der Mitte Sibiriens über mehr als 24 Breitengrade, während in Ostrußland die Entfernung vom Nordrande des Schwarzerdegebietes bis zum Eismeer nur 14 Breitengrade beträgt. Die russische Bevölkerung Sibiriens besteht aus Bauern; es fehlen die intelligenten Oberschichten; daher liefert das Land vorwiegend Rohstoffe, während die Industrie trotz aller Bodenschätze sehr gering entwickelt ist.

Dr. P.

In der Sitzung am 8. Dezember 1917 hielt Professor Otto Baschin (Berlin) einen Vortrag mit Lichtbildern über die **neuesten Ergebnisse der Südpolarforschung**.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick, in dem der Vortragende die letzte Epoche der Südpolarforschung und die Erreichung des Südpols würdigte, wandte er sich im ersten Teil seines Vortrages den zahlreichen Problemen zu, welche der Südpolarcontinent noch in sich birgt, und deren Rätsel zum großen Teil auch jetzt noch nicht gelöst sind. Von den Umrissen dieses 6. Erdteiles, der etwa die eineinhalbfache Größe Europas hat, ist uns nur die Hälfte bekannt. Verschiedene Theorien sind über den Zusammenhang der einzelnen Gebirge der Antarktis aufgestellt worden. Vor allem handelt es sich um die Frage, ob die Faltengebirge von Westantarktika ihre Fortsetzung in der hohen Gebirgskette finden, die *Amundsen* auf seiner Reise zum Südpol durchquert hat, oder ob dieses letztere Gebirge weiter östlich in Coatsland endet. Als wichtigstes Ziel der extensiven Südpolarforschung bezeichnete der Vortragende die Verfolgung der Gebirgsketten des Grahamlandes und der sich ihm im Südwesten anschließenden, von *Charcot* entdeckten Küstengebirge mit Fjordcharakter. Möglicherweise liegt deren Fortsetzung weit außerhalb der Südpolarzone in den Gebirgen der Südisel Neu-Seelands. Die Antarktanden von Grahamland wären dann der aus dem Meere auftauchende Ostflügel eines großen Gebirges, das größtenteils unter dem Spiegel des Stillen Ozeans gelegen, diesen im Süden ebenso umsäumt, wie die gewaltigen Gebirgsbögen der ostasiatischen und amerikanischen Küsten es im Westen, Norden und Osten tun. Von besonderer Bedeutung sind die Probleme des Eises. Nicht aufgeklärt ist bisher zum Beispiel der Unterschied in der Vereisung, der überall zwischen nördlich und ost-westlich verlaufenden Küsten besteht. Unbekannt ist ferner die Geburtsstätte jener gewaltigen Eisbergriesen, deren Höhe mehrere hundert Meter beträgt. Auch die Form des Schelfeises und seine Entstehung bietet noch manche Unklarheiten. In engem Zusammenhang mit dem Eis steht das Klima, das hier eine größere Veränderlichkeit aufweist, wie überall sonst auf der Erde. So wurde zum Beispiel bei der Schwedischen Südpolarstation die höchste Temperatur von $+9,3^{\circ}$ mitten im Winter gemessen, während ein Jahr früher die niedrigste Temperatur von $-41,4^{\circ}$ nur einen Tag früher eingetreten war. In *Amundsens* Station Framheim kamen Temperaturen unter -40° an 94 Tagen, solche unter -50° an 32 Tagen vor, und die niedrigste Temperatur von -60° ist noch 1250 km vom Südpole entfernt beobachtet worden, der auf einem hohen Plateau von 3000 m Höhe gelegen ist. Der Vortragende hat den Nachweis geliefert, daß die Luftmassen, die im Januar über dem Kontinent der Nordhalbkugel lagern, im Juli nach dem Innern des Südpolarcontinents abgeströmt sind, wo somit der Schlüssel zum Verständnis der allgemeinen Zirkulation unserer Atmosphäre verborgen liegt. Für die erd-

magnetische Forschung ist die Erreichung des magnetischen Südpoles, dem man sowohl von Südosten, wie von Nordwesten her nahe gekommen ist, von besonderem Interesse. Doch ist die Lageänderung dieses Punktes, der im Laufe eines Tages eine Bahn von mehreren Kilometern Durchmesser zurücklegt, so groß, daß seine Lokalisierung niemals mit der Genauigkeit möglich sein wird, wie diejenige des geographischen Pols. Pflanzenversteinerungen aus der Tertiärzeit deuten auf ein beträchtlich wärmeres Klima mit üppigem Pflanzenwuchs, das damals geherrscht haben muß. Von den Problemen der Tiergeographie ist die Frage des Vorkommens gleicher Tierarten im Nord- und Südpolargebiet, die sogenannte Bipolarität, von höchster Bedeutung. Die Tierwelt hat sich den ungünstigen Verhältnissen so sehr angepaßt, daß südpolare Rädertierchen noch Temperaturen von -81° Celsius zu ertragen imstande sind.

Der zweite Teil des Vortrages gab eine Schilderung der letzten Südpolarexpedition des Australiers *Mawson* in den Jahren 1912—1914, über welche bisher, des Krieges wegen, selbst in der geographischen Fachliteratur nur wenig bekannt geworden ist. Es wurden 3 Stationen angelegt, eine auf der Macquarie-Insel, und 2 Stationen auf dem antarktischen Kontinent in der Nähe des Südpolarkreises, die Hauptstation südlich von Tasmanien in Adelieland, eine Nebenstation östlich vom Gaußberg auf einer schwimmenden Eis-tafel, ähnlich derjenigen des Roß-Barriere-Eises. Vor allem waren es die starken Winde, die dem Klima an diesen beiden Stationen ihr Gepräge gaben. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit betrug im ersten Jahre mehr als 22 m pro Sekunde, also Sturmesstärke. Volle Orkanstärken von 40 m pro Sekunde waren keine Seltenheit, und es wurden sogar in einzelnen Windstößen bisher unerhörte Geschwindigkeiten von 90 m pro Sekunde gemessen. Dabei war die Temperatur außerordentlich niedrig. Im ersten Jahre betrug sie im Durchschnitt -18° Celsius. Besonders unangenehm war es, wenn starke Kälte bei hohen Windgeschwindigkeiten eintrat. So kamen gelegentlich Temperaturen von -33° bei Orkanen von 45 m Windgeschwindigkeit in der Sekunde vor, eine Kombination, die außerordentlich schwer zu ertragen war. Dabei war die Windrichtung fast ausschließlich die gleiche, aus dem Innern des Kontinents nach NNW auf das Meer hinaus gerichtet. Nur an wenigen Stellen trat unter der Eisdecke fester Fels hervor, der hauptsächlich aus stark gefaltetem zerknitterten Gneis bestand und alle Anzeichen hohen Alters trug. Sporadisch Quarzadern enthielten manche nutzbaren Mineralien, wie Beryll, Turmalin, Granaten, Glimmer, Eisen-, Kupfer- und Molybdän-Erz. Die Expedition glaubt aus diesen Vorkommen sogar auf die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins nutzbarer Mineralien unter der Eiskappe des weißen Kontinents schließen zu können. Die Blöcke einer Moräne enthielten zahlreiche Varietäten von metamorphen Schiefer und Erstarrungsgesteinen. Weniger häufig waren Schichtgesteine, wie Sandstein, Schiefer und Kalkstein. Man fand auch Dolerite und Beaconsandsteine, die beide in Süd-Viktoria-Land wichtige Lager bilden und sich demnach unter dem Eise bis nach Adelie-Land zu erstrecken scheinen. Die Vergletscherung ist in höchster Potenz entwickelt, und das Inlandeis bricht in steilen Mauern direkt zum Meere ab. Wir haben hier also

heute noch eine Eiszeit, viel strenger als die, welche in Nordeuropa vor etwa 50 000 Jahren herrschte. Merkwürdigerweise hat die ganze Küste eine beträchtlich stärkere Vergletscherung aufzuweisen als z. B. Süd-Viktoria-Land, trotzdem letzteres viele hundert Kilometer südlicher liegt. Das Vorrücken des Gletscher-eises nach der Küste zu wurde in der Nähe der Hauptbasis zu etwa 30 m pro Jahr gemessen. Zahlreiche Schlittenexpeditionen gingen von beiden Stationen aus. Man entdeckte dabei gewaltige Gletscher, die ihre schwimmenden Eiszungen weit in das Meer hinaus erstreckten, wo sie mit senkrechten Wänden abbrachen. Eine Schlittenreise führte nach Südosten in das Innere des Kontinents bis in die Nähe des magnetischen Südpoles. Man näherte sich diesem Punkte am 21. Dezember 1912 von der NW-Seite her, bis die Inklination $89^{\circ} 43' 5''$ betrug. Die Lage dieses Endpunktes der Reise war $70^{\circ} 36'$ Süd und $148^{\circ} 10'$ Ost bei 1800 m Höhe. Auffällig war die Änderung der horizontalen Richtung der Kompaßnadel während dieser Schlittenreise, die öfters auf einer Strecke von 20 km ganze 80° und mehr betrug. Bei einer anderen Schlittenreise, die *Mawson* selbst mit 2 Begleitern nach Osten längs der Küste unternahm, brach der eine Begleiter, Leutnant *Ninnis* mit seinem Schlitten durch das Eis und verschwand spurlos in einer unergründlich tiefen Gletscherspalte. Auf der Rückreise starb der zweite Begleiter, Dr. *Mertz*, und *Mawson* erreichte nur mit Mühe unter starker Verspätung die Hauptstation, die das Schiff, welches die Expedition abholen wollte, bereits wieder verlassen hatte. Er mußte deshalb noch ein zweites Jahr in Adelie-Land bleiben. Auf dem Umwege über die Macquarie-Insel stand er während dieses zweiten Winters in drahtloser Verbindung mit Australien, eine Annehmlichkeit, die hier zum ersten Male in der Geschichte der Südpolarforschung gegeben war. Die Funktelegraphie erwies sich auch als außerordentlich wichtig für den australischen Wetterdienst, denn sie ermöglichte es zum ersten Male tägliche synoptische Wetterkarten auszugeben, die bis in das antarktische Gebiet hineinreichten. Auf ihnen wurden jene barometrischen Minima erkennbar, die in hohen Breiten von West nach Ost südlich von Australien dahinziehen und das dortige Wetter in maßgebender Weise beeinflussen. Auch von der Weststation hatte man mehrere Schlittenreisen ausgeführt, die ebenfalls durch die starken Orkane außerordentlich erschwert wurden. So waren die Reisenden einmal durch einen heftigen Schneesturm gezwungen, 17 Tage lang im Zelt zu verbleiben. Der westlichste Punkt, den man erreichte, war der von der Deutschen Südpolarexpedition unter *Erich von Drygalski* 1901 entdeckte Gaußberg. Die neu erforschten Gebiete des antarktischen Kontinents wurden als King-George-V-Land und Queen-Mary-Land für den Australischen Staatenbund in Besitz genommen.

Zahlreiche Lichtbilder veranschaulichten die interessanten Eisformen, sowie das Leben auf der Station. Besonders reich war das Tierleben auf der Macquarie-Insel, bei welcher die See-Elefanten und die verschiedenen Arten der Pinguine, die dort in unglaublichen Mengen auftreten, weitaus vorherrschten. Mit einem Ausblick auf den wirtschaftlichen Wert der subantarktischen Inselwelt, deren alleinigen Besitz sich zu sichern, England zurzeit bestrebt ist, schloß der Vortragende seine Ausführungen.

O. B.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 9.

1. März 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Physiologie der Spaltöffnungen. II. Von *Prof. Dr. K. Linsbauer, Graz.* (Schluß.) S. 97.
Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre. Von *Prof. Dr. Paul Ludewig, z. Zt. Kiel.* (Schluß.) S. 101.

Besprechungen:

Hirsch, Paul, Fermentstudien. Von *H. Pringsheim, Berlin.* S. 103.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des Wetters. Das Problem der Permanenz der Ozeane

und Kontinente. Die Kohlenschätze der Erde und ihre Erschöpfung. Studien über die Bindung des Stickstoffs in der Kohle und im Koks. Ueber Siedepunktsbestimmung im Kapillarröhrchen. Sekundärstrahlen und Härtegrad. Neue geometrische Methode der röntgenologischen Fremdkörperlokalisation. Ueber die Schärfe der Röntgenbilder und ihre Verbesserung. Ueber scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in einfachen Röntgenbildern. S. 104–108.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von **Albert Einstein**

Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage

Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Hefen und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 8,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Fachbücher für Ärzte Band II:

Praktische Unfall- und Invalidenbegutachtung

bei sozialer und privater Versicherung sowie in Haftpflichtfällen

Von

Dr. med. **Paul Horn**

Privatdozent für Versicherungsmedizin an der Universität Bonn
Oberarzt am Krankenhause der Barmherzigen Brüder

Preis gebunden M. 9.—

Soeben erschien:

Hundert Jahre Psychiatrie

Ein Beitrag zur Geschichte menschlicher Gesittung

Von

Prof. **Emil Kraepelin**

Mit 35 Textbildern

Preis M. 2.80

Soeben erschien:

Ueber Epilepsie im Lichte der Kriegserfahrungen

Von

Privatdozent Dr. **Alfred Hauptmann**

I. Assistent der Psychiatrischen Klinik Freiburg i. B.
Stabsarzt und leitender Arzt einer Beobachtungsabteilung für Nervenkrankte

Preis M. 4.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

1. März 1918.

Heft 9.

Über die Physiologie der Spaltöffnungen.

Von Prof. Dr. Karl Linsbauer, Graz.

(Schluß.)

II.

Wie schon aus den grundlegenden Versuchen *H. v. Mohls* (1856) und insbesondere den überzeugenden Untersuchungen *Schwendeners* (1881) hervorgeht, beruht die Bewegungstätigkeit der Spaltöffnungen auf einem einfachen Prinzip: eine relative Zunahme der Turgeszenz, des Spannungsgrades, der Schließzellen bedingt eine Öffnung der Zentralspalte, eine Turgeszenzabnahme ihre Schließung. Diese Tatsache ist so bekannt, daß ich nicht länger dabei zu verweilen brauche. Die Frage ist nur, inwiefern Feuchtigkeit und Licht den Turgeszenzgrad der Schließzellen beeinflussen.

Daß ein Wasserverlust, wie er beim Welken eintritt, zu einer Turgorabnahme führen muß, ist von vornherein selbstverständlich, und ebenso begreiflich erscheint es, daß eine Erhöhung der Wassersättigung der Gewebe eine Zunahme des Turgors und somit eine Öffnungsbewegung bedingt. Der Mechanismus der Bewegung scheint also für diesen Fall in sehr einfacher und befriedigender Weise verständlich. Und doch müssen die Verhältnisse komplizierter liegen. Wie sich zeigt, stellt sich eine Schließungsbewegung der Stomata schon in einem Zeitpunkte ein, in dem von einem Welken der Blätter noch nicht das geringste zu bemerken ist. Die Vermutung liegt nahe, daß eben die Schließzellen für Wasserverlust wesentlich empfindlicher wären, wie die übrigen Zellen des Blattes, so daß sich bei ihnen die Turgorverminderung schon sehr frühzeitig bemerkbar macht. Dem widerspricht aber vor allem ein anatomischer Befund. Stets sehen wir die Schließzellen von einer für Wasserdampf schwer permeablen Kutikula bedeckt, die sich bis zur Zentralspalte erstreckt, oft aber sogar bis zum Eingang in die Atemhöhle oder zum inneren Hautgelenk oder noch weiter erstreckt; die Stomata sind also gegen direkte Wasserabgabe nach Möglichkeit geschützt. Es wäre auch ökologisch durchaus nicht von Vorteil, wenn die Stomata nur auf einen sie unmittelbar treffenden Turgorverlust reagieren würden. Ihre Wirksamkeit als Regulationsmechanismen kann nur dann entsprechend zur Geltung kommen, wenn die Spaltweite, genauer gesagt, die Diffusionskapazität der Spalte, im richtigen Verhältnis steht zur Wasserverdunstung des Binnengewebes (*Mesophylls*) des Blattes. Die Wasserverdunstung, die Evaporationsgröße, des *Mesophylls* muß somit in einer Beziehung zur

Spaltweite stehen; es muß mit anderen Worten der Turgeszenzgrad der Schließzellen indirekt, von seiten des Binnengewebes her, beeinflußt werden. Auf Grund derartiger Erwägungen kam auch *Fr. Darwin* (1898) zu der Vorstellung, daß von seiten der transpirierenden Elemente ein „Reiz“ auf die Schließzellen ausgeübt wird, der diese zu einer entsprechenden Bewegung veranlaßt.

Die Wirkung des Lichtes auf den Zustand der Schließzellen bietet der Erklärung nicht geringere Schwierigkeiten, wenngleich auch in diesem Falle eine befriedigende Erklärung zunächst auf der Hand zu liegen scheint. Zu ihrem Verständnisse sei daran erinnert, daß die Schließzellen durch ihren regelmäßigen Besitz von Chlorophyll aufzufallen, auch in den Fällen, in denen die Oberhautzellen durchaus chlorophyllfrei befunden werden. Das konstante Auftreten von Chloroplasten macht es von vornherein sehr wahrscheinlich, daß ihnen eine besondere Rolle bei der stomatären Bewegung zufällt. *Haberlandt* hat ihnen denn auch schon in seinen Untersuchungen über das assimilatorische Gewebesystem (1882) eine „lokal-assimilatorische“ Funktion zugeschrieben. Die von ihnen unter dem Einfluß des Lichtes gebildeten Assimilate stellen die Quelle der Energie dar, welche für die Formveränderung der funktionierenden Schließzellen erforderlich ist. An anderer Stelle spricht sich der genannte Forscher noch bestimmter aus; er faßt die im Chlorophyllapparat der Schließzellen gebildete Stärke als einen Reservestoff auf, „welcher allmählich nach Bedarf“ in osmotisch wirksame Substanz umgewandelt wird. Die Produktion osmotisch wirksamer Substanz aber erhöht den Zellturgor und bedingt daher eine Öffnungsbewegung der Spaltöffnung. Im Anschluß an diese Auffassung pflegt man die Spaltöffnungsbewegungen mit der Kohlensäureassimilation in den Schließzellen in direkten Zusammenhang zu bringen (*Schellenberg* [1896], *Kohl* [1895]). Die Assimilation bedingt die Produktion osmotischer Substanz, in deren Gefolge sich eine Turgorsteigerung einstellt, die zur Öffnungsbewegung führt; die Erweiterung der Zentralspalte im Lichte findet so eine ungezwungene Erklärung. Die Spaltöffnungsbewegungen scheinen daher mechanisch durchaus aufgehellt. Von diesem Standpunkte aus scheint es daher nur gerechtfertigt, wenn sich *Schwendener* gegen die Einreihung der Spaltöffnungsbewegungen in die Kategorie der Reizerscheinungen wendet und in ihnen nur die Folge von „gewöhnlichen Wirkungen“ des Lichtes, der Verdunstung usw. sehen will.

Gegen eine solche Auffassung sind aber in neuerer Zeit doch gewisse Bedenken laut gewor-

den. So äußert sich z. B. *Jost* in seinen mit Recht so hoch gewerteten Vorlesungen über Pflanzenphysiologie: „Das Chlorophyll vermag . . . unter Mitwirkung des Sonnenlichtes in der Tat osmotisch wirkende Substanzen zu erzeugen, also im Sinne einer Öffnung der Spaltöffnungen zu wirken. Ganz gewiß wirkt aber das Licht auch noch mehr indirekt, als „Reiz“ auf die Schließzellen.“ Auch bei der Schließbewegung im Dunkeln wird man an eine „Reizwirkung der Verdunkelung“ denken müssen, „denn wenn einmal im Licht osmotisch wirksame Substanzen gebildet worden sind, so können diese nach Aufhören der Beleuchtung nicht so rasch verbraucht werden, daß dadurch Spaltenschluß bedingt würde“. Und *N. Pringsheim* („Reizbewegungen“ 1912) — um nur noch einen anderen Gewährsmann zu nennen — faßt die stomatären Bewegungen geradezu als nyktinastische Bewegungen auf, wie sie unter Einfluß des Beleuchtungswechsels an Blättern und Blüten unter dem Namen „Schlafbewegungen“ allgemein bekannt sind.

Eine gelegentliche Beobachtung führte auch mich dazu, den unmittelbaren Zusammenhang zwischen Kohlensäureassimilation und Öffnungsbewegung der Stomata zu bezweifeln. Ich hatte sorgfältig aus dem Boden ausgehobene Pflanzen von *Impatiens parviflora* einige Tage hindurch im Dunkelschranke in Wasser eingestellt. Obgleich die Stomata dieser Pflanze sich auf Verdunkelung hin regelmäßig und rasch schließen, waren eines Tages, wie die mikroskopische Prüfung zeigte, sämtliche Stomata der ausgewachsenen Blätter wieder weit geöffnet, so daß die Blätter infolge ihrer bedeutenden Transpiration an der Pflanze welkten. Daraus erhellt aber, daß es derzeit noch unbekannte Bedingungskonstellationen geben muß, denen auch im Dunkeln, also bei mangelnder Kohlensäureassimilation, eine Öffnungsbewegung eintritt¹⁾.

Dieser wiederholt gemachte Befund veranlaßte mich, den Einfluß von Kohlensäureentzug genauer zu untersuchen. Nach *Schellenberg* (1896) vermögen sich die Spaltöffnungen in kohlensäurefreier Atmosphäre auch bei Belichtung nicht zu

öffnen. Dieser Befund wäre ein klarer Beweis für den innigen Zusammenhang zwischen Assimilation und stomatärer Öffnung. Meine zahlreichen und mehrfach variierten Versuche führten indessen gerade zum entgegengesetzten Ergebnisse. Werden spaltöffnungsführende Blattfragmente in eine wirklich kohlensäurefreie Atmosphäre gebracht, so öffnen sich die Stomata unter allen Umständen, gleichgültig, ob sie verdunkelt sind oder dem Lichte ausgesetzt werden; im Lichte wird die Öffnungsbewegung bei Kohlensäuremangel gefördert. Umgekehrt bedingt eine Anreicherung der Atmosphäre mit Kohlendioxyd eine Schließung der Spaltöffnungen. Man ersieht daraus, „daß CO_2 -Anhäufung in gleicher Weise wie Verdunkelung auf die Schließbewegung hinarbeitet, während umgekehrt Belichtung und CO_2 -Entzug gleichsinnig eine Öffnung bewirken“. Jedenfalls aber geht aus diesen Beobachtungen auch hervor, daß die Öffnung der Stomata im Lichte nicht unmittelbar von der Produktion osmotischer Substanz im Chlorophyllapparate der Schließzellen infolge des Assimilationsprozesses abhängt. Infolgedessen kann aber auch die Öffnungsbewegung nicht eine „einfache Lichtwirkung“ sein, wie *Schwendener* wollte, es liegt vielmehr zweifellos ein komplizierter Lebensvorgang vor, den wir derzeit mechanisch nicht vollends analysieren können; solche Prozesse im lebenden Organismus aber bezeichnen wir als „Reizvorgänge¹⁾“.

Einen tieferen Einblick in den Reaktionsmechanismus verdanken wir Untersuchungen über die Inhaltsbestandteile der Schließzellen und ihre Veränderungen im Zusammenhange mit dem Spaltöffnungszustande. Manche Beobachtungen weisen schon indirekt darauf hin, daß die Beschaffenheit der Protoplasten der Schließzellen und der Chemismus des ganzen Spaltöffnungsapparates von den Zellen der Umgebung in wesentlichen Punkten abweicht. Es sei nur an die erstaunliche Widerstandsfähigkeit der Schließzellen erinnert. Hatte schon *Leitgeb* (1888) ge-

¹⁾ Man könnte vielleicht hier den beliebten Einwand erheben, daß die Pflanzen durch den langen Aufenthalt im Dunkeln pathologisch verändert waren, so daß man aus ihrem Verhalten nichts bezüglich der Bedingungen der Spaltöffnungsbewegungen entnehmen könne. Dagegen möchte ich an einen leider zu wenig gekannten Ausspruch von *Purkinje* (1823) erinnern: „Auf dem Standpunkte der reinen Naturforschung gibt es ebensowenig pathologische Zustände als es für den Botaniker ein Unkraut, für den Chemiker einen Unrat gibt. Diese Begriffe sind relativ und haben nur insofern ihre Gültigkeit, als sie der Erreichung eines gegebenen Zweckes hinderlich sind.“ — Ich konstatiere übrigens nur die Tatsache, daß unter den erwähnten Bedingungen eine Öffnung der Spalten eingetreten ist. Die nähere Ursache habe ich nicht geprüft; jedenfalls liegt mir die Vorstellung fern, daß die Öffnungsbewegung unter allen Umständen immer auf die gleiche Ursache zurückzuführen wäre. Dadurch erledigt sich auch ein von *Hagem* erhobener Einwand.

¹⁾ *Hagem* hat vor kurzem gegen diese Auffassung Stellung genommen und es bemängelt, daß ich in der Stomatärbewegung „lediglich“ einen Reizvorgang sehen will: „Die Sache verhält sich doch keineswegs so, daß durch die Reizwirkung auf das Plasma an sich schon die Bewegung ausgelöst wird.“ Natürlich nicht; es ist selbstverständlich, daß zur Ausführung jeder Bewegung eine Energiequelle vorhanden sein muß. Wenn aber diese Energie erst dann und in dem Maße frei gemacht wird, als die Zelle auf eine (äußere) Einwirkung hin dazu veranlaßt wird, dann sprechen wir eben von einem Reizvorgang. Daß die Assimilate in den Schließzellen den Energievorrat liefern, will ich durchaus nicht leugnen. Was ich bekämpfe, ist nur die Anschauung, daß die Spaltöffnungsbewegung im Lichte „lediglich“ mechanisch zu verstehen sei. Ich leugne auf Grund meiner Versuche nur einen „unmittelbaren“ Zusammenhang zwischen CO_2 -Assimilation und Öffnungsbewegung. Ich stehe überhaupt nicht, wie *Hagem* glaubt, in einem prinzipiellen Gegensatz zur allgemeinen Ansicht, glaube vielmehr nur, daß die Lichtwirkung auf die Stomata komplizierter ist, als gemeinhin angenommen wird.

zeigt, daß an Blättern, die bereits in Fäulnis übergegangen sind, die Stomata noch immer am Leben befunden werden, so fanden seine Beobachtungen durch erneute Untersuchungen von *Kindermann* (1902) ihre Bestätigung und Ergänzung; es zeigte sich auch eine gleiche Resistenz gegen Einwirkung von verdünnten Säuren, schädliche Dämpfe, Austrocknung und Sauerstoffentzug, was nur auf eine besondere Beschaffenheit des Protoplasten zurückgeführt werden kann. Sehr auffällig ist nach den Beobachtungen von *Homorak* die Verbreitung und Lokalisation von bestimmten Inhaltsstoffen, die auf einen besonderen Chemismus des Spaltöffnungsapparates hinweist. So treten z. B. Gerbstoffe und Anthokyane bei vielen Araceen, Polygonaceen und Sempervivumarten in ganz bestimmter Verteilung in unmittelbarer Nachbarschaft der Spaltöffnungsapparate auf; in anderen Fällen, namentlich bei den Cyperaceen (und, wie ich aus eigener Erfahrung hinzufügen kann, bei den Bromeliaceen) wieder wurde in den Nebenzellen, also in besonders gestalteten Zellen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Schließzellen, die noch zum Spaltöffnungsapparate zu rechnen sind, das konstante Vorkommen von ätherischem Öl, einem typischen Exkret, beobachtet. Welche physiologische Rolle diesen Stoffen zukommt, wissen wir freilich nicht. Immerhin ist es aber in diesem Zusammenhange von Interesse, daß eine Anthokyanbildung erfahrungsgemäß an solchen Stellen auftritt oder gefördert ist, an denen die Ableitung der Assimilate gehemmt wird (*Molisch, L. Linsbauer*). Ob wir den Gerbstoff in unserem Falle so wie die ätherischen Öle als Exkret aufzufassen haben, ist mehr als zweifelhaft; es sei jedoch daran erinnert, daß Gerbstoffe nach manchen Erfahrungen die Ableitung der Assimilate hemmen sollen¹⁾.

Kann aus solchen Beobachtungen nur indirekt auf eine gewisse Selbständigkeit und Besonderheit des Stoffwechsels der Stomata geschlossen werden, so lieferten die Untersuchungen des russischen Botanikers *Iljin* einen direkten Beweis für diese Auffassung.

Iljins Untersuchungen gehen von der Bestimmung der osmotischen Druckhöhe in den Schließzellen aus. Mit Hilfe der plasmolytischen Methode wurden ganz ungewöhnlich hohe osmotische Drucke ermittelt; sie bewegen sich zumeist zwischen 90 bis 100 at, während sie im übrigen Gewebe nur etwa 20 at betragen. So hohe Drucke waren indessen nur an offenen Spaltöffnungen beobachtet. Schlossen sich die Spalten infolge Übertragens der Blätter in trockene Atmosphäre, dann sank der osmotische Druck auf dasselbe Niveau wie in den umgebenden Zellen. Es war also der Gehalt an osmotisch wirkender Substanz vermindert worden. Daraus geht aber unmittelbar

hervor, daß die Turgorabnahme, welche zum Schließen der Stomata führt, nicht direkt durch einen Wasserverlust der Schließzellen bedingt wird, daß vielmehr die Veränderung des Wassergehaltes eine Regulation des osmotischen Druckes in den Schließzellen zur Folge hat, die ihrerseits die Änderung der Spaltweite veranlaßt. So wird es auch verständlich, daß die Spaltöffnungsapparate auf Wasserverluste so empfindlich mit einer Schließbewegung reagieren, während sie doch selbst durch eine Kutikula vor direkter Transpiration ausgiebig geschützt sind. Dieser Befund ist wesentlich geeignet, unsere Auffassung der Spaltöffnungsbewegung als Reizvorgang zu stützen. Mit dieser Auffassung steht es vollkommen in Einklang, wenn der Verfasser sagt: „Ihre Regulierung kann nicht auf rein mechanische Prozesse zurückgeführt werden, welche mit dem Bau der Wandungen und der vorhandenen Wassermenge im Zusammenhang stehen. Diese Prozesse sind nur Mittel, welche die lebenden Protoplasten je nach dem Einfluß der äußeren stimulierenden Faktoren ausnutzen, wobei die letzteren den Prozeß nach der einen oder anderen Richtung lenken können.“



Fig. 3. Stärkenachweis mit Jodjodkali in Schließzellen bei zur Zeit der Präparation offener (links) und geschlossener (rechts) Spaltöffnung. Nach *Iljin*.

Wie kommt nun die Regulation des osmotischen Druckes zustande? Auch darauf geben *Iljins* Untersuchungen, die sich leider nur auf ein etwas geringes Material erstrecken, die gewünschte Antwort. Es ergab sich nämlich stets, daß die Schließzellen geschlossener Spaltöffnungen reichlich mit Stärke erfüllt waren, die sich durch ihre Blaufärbung mit Jodjodkali leicht nachweisen ließ, während in weit offenen Schließzellen die Reaktion auf Stärke vollkommen negativ ausfiel (s. Fig. 3). Die Stärkeabnahme verlief ganz parallel der zunehmenden Öffnung; beim Wiedereintritt der Schließbewegung wird sie dagegen wieder in kurzer Zeit regeneriert. Die Regulation des osmotischen Druckes beruht daher, wie *Iljin* schließt, auf einem enzymatischen Prozeß, auf der Wirkung der diastatischen Enzyme, welche je nach den Transpirationsverhältnissen Stärke in osmotisch wirksamen Zucker verwandeln oder umgekehrt.

Zu ganz analogen Ergebnissen gelangte *Hagem*, der hauptsächlich die Umwandlung der Kohlenhydrate in Hinblick auf den Öffnungszustand der Schließzellen in Abhängigkeit vom Beleuchtungswechsel untersuchte. Wieder zeigte sich ein

¹⁾ Über den auch sonst beobachteten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Gerbstoff und Stärkeproduktion vgl. *v. Wisselingh* in Beitr. z. Bot. Centralbl., I. Abt., 1915.

deutlicher Zusammenhang zwischen Stärkevorkommen und Spaltzustand: „Es wird durch Verzuckerung der Stärke osmotisch wirksame Substanz geliefert, die den Turgor der Schließzellen erhöht und deren Auseinanderweichen ermöglicht. Damit steht es in Einklang, daß, wie bereits *Kohl* fand, bei Darbietung von Diastase auf stärkeführende geschlossene Stomata eine Verzuckerung der Stärke erfolgt, die mit einer zunehmenden Öffnungsbewegung verknüpft ist. Unter natürlichen Bedingungen wird somit in Spaltöffnungen, die sich im Lichte öffnen, eine Lösung der Stärke unter Bildung osmotisch wirksamer Substanz vor sich gehen, während im verdunkelten Blatt eine Regeneration der Stärke eintritt, die zur Abnahme des osmotischen Druckes und somit zur Schließbewegung der Stomata führt.“

Wie die Turgorregulation bei saccharophyllen Pflanzen vor sich geht, d. h. bei Pflanzen, welche beim Assimilationsprozesse Zucker an Stelle von Stärke produzieren (*Allium*-Arten), bedarf noch näherer Untersuchung. *Hagem* fand jedenfalls auch bei geschlossenen Spalten niemals Stärke, was bei den amylophyllen Pflanzen (solchen mit „Stärkeblättern“) niemals vorkommt. Man sollte erwarten, daß hier etwa ein Disaccharid, z. B. Rohrzucker, die Stelle von Stärke vertritt. Es wäre dann in den geschlossenen Spaltöffnungen Rohrzucker zu erwarten, in den offenen dagegen ein Monosaccharid (etwa Trauben- und Fruchtzucker). Wie die Verzuckerung der Stärke, so würde auch durch die Spaltung eines Disaccharids in einfache Zuckerarten eine Zunahme der osmotischen Druckhöhe erzielt werden. Der Verfasser berichtet aber nur, stets Glukose gefunden zu haben. Ebenso fordern noch andere Beobachtungen zu weiteren Untersuchungen heraus, so z. B. das Verhalten winterharter Blätter, deren Stomata im Winter geschlossen sind, aber doch keine oder doch fast keine Stärke, sondern an deren Stelle Öl, Zucker oder Gerbstoff enthalten.

Doch kehren wir wieder zu den gewöhnlichen Stärkeblättern zurück. Für sie können wir uns jetzt ein zutreffendes Bild des Mechanismus der Bewegungsreaktion machen. Unter bestimmten Umständen (Wasserverlust des Blattes, Verdunkelung) wird Zucker zu Stärke kondensiert, der osmotische Druck nimmt demgemäß ab. Infolge des dadurch verminderten Turgors erfolgt eine Entspannung der Schließzellen, die zum Verschluß der Stomata führt. Umgekehrt veranlaßt eine gesteigerte Diastasewirkung (bei gesteigerter Wasseraufnahme oder Belichtung) eine Lösung der Stärke unter Bildung von osmotisch wirksamem Zucker. Durch die Zunahme des zentrifugalen Druckes auf die Membranen der Schließzellen wölben sich diese gegen die benachbarten Epidermiszellen vor, wodurch die Öffnungsbewegung bedingt wird.

In welcher Weise bringt nun das Licht den ganzen Mechanismus in Gang? Seine Rolle ist offenbar nicht damit erschöpft, daß es den

Chloroplasten die Assimilationstätigkeit ermöglicht. Es ist jedenfalls ganz unaufgeklärt, warum gerade im Lichte die Bildung von Stärke unterbleibt, während bei Verdunkelung sofort die Kondensation des Zuckers zu Stärke einsetzt. Die Hauptsache ist — und gerade darin liegt die spezifische Eigenart der Schließzellen —, daß durch die Belichtung zweifellos auch der enzymatische Prozeß beeinflusst wird, der je nach den Umständen zur Bildung oder zur Lösung der Stärke führt. Die Kohlensäureassimilation schafft lediglich das Material, das zur Regulierung des osmotischen Druckes erforderlich ist. Die Wirkung des Lichtes auf den Regulationsvorgang als solchen ist offenbar ganz anderer Art¹⁾. In das Wesen dieses Prozesses fehlt uns derzeit ein tieferer Einblick; jedenfalls können wir nicht an eine unmittelbare Einwirkung des Lichtes auf das wirksame Enzym denken.

Wie auch immer diese Wirkung sich erklären mag, jedenfalls wirkt das Licht in doppelter Weise auf die Schließzellen ein. Eine solche Doppelrolle des Lichtes ist durchaus nichts Ungewöhnliches, nur greifen die Prozesse oft so ineinander, daß es schwer hält, sie zu erkennen und im Experimente zu sondern. Um so wertvoller ist es, wenn eine derartige Analyse mit Erfolg durchgeführt werden kann. So hat kürzlich *Klebs* zwischen einer „phototropischen“ und einer „photoblastischen“ Wirkung des Lichtes unterschieden, je nachdem das Licht eine ernährungsphysiologische oder formbildende Rolle spielt; dort wirkt es arbeitspeichernd, hier arbeit leistend. In unserem Falle könnte man in ähnlicher Weise von einer „phototropischen“ und „photoregulatorischen“ Wirkung sprechen. Daß beide Wirkungen sich im Experimente voneinander trennen lassen, geht jedenfalls aus meinen oben erwähnten Versuchen über das Verhalten der Stomata im CO₂-freien Raum hervor, bei denen eine Förderung der Öffnungsbewegung unter dem Einfluß des Lichtes trotz Ausschaltung der CO₂-Assimilation zu erkennen war. Andererseits ergab sich aber auch, daß Bedingungen geschaffen werden können, durch die bei Ausschluß der CO₂-Assimilation eine Öffnungsbewegung bewirkt wird, daß mit anderen Worten die Regulation nicht in unmittelbarer Abhängigkeit von der CO₂-Assimilation und dem Lichte überhaupt steht. Damit findet aber die Auffassung der Spaltöffnungsbewegungen als Reizbewegungen ihre wesentlichste Stütze.

¹⁾ Ohne den Gedanken näher auszuführen, möchte ich hier auf eine gewisse Analogie hinweisen, nämlich auf die in vielen Fällen beobachtete Förderung der Samenkeimung unter dem Einfluß des Lichtes. Hier erfolgt unter dem Lichteinfluß eine Mobilisierung der Reservestoffe, also bei Stärkesamen eine Verzuckerung der Stärke. — Neuestens berichtet *Klebs* über Farnprothallien, die einen Monat lang bei 30° C im Dunkeln gestanden hatten, ohne daß eine Auflösung der Stärke stattgefunden hätte. Das Licht wirkt in solchen Fällen im ganzen wie ein Katalysator, ein reaktionsbeschleunigendes Agens.

Literatur¹⁾.

Marg. Erban, Über die Verteilung der Spaltöffnungen in Beziehung zur Schlafstellung der Blätter. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. 34, 1917.

Fr. Hagem, Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates. Beitr. z. allgem. Bot., Bd. I, 1916.

N. Hamorak, Beitr. zur Mikrochem. des Spaltöffnungsapparates. Sitzber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., I. Abt., Bd. 124, 1915.

M. Heilbronn, Die Spaltöffnungen von Camellia japonica L. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 34, 1916.

W. S. Iljin, Die Regulierung der Spaltöffnungen im Zusammenhange mit der Veränderung des osmot. Druckes. Beitr. z. bot. Centralbl. Bd. 32, I. Abt., 1914.

W. Hermann, Die Blattbewegungen d. Marantaceen und ihre Beziehung zur Transpiration. Flora Bd. 9, 1916.

V. Kindermann, Über auffallende Widerstandskraft der Schließzellen usw. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., I., Bd. 101, 1902.

Klebs, Zur Entwicklungsgeschichte der Farnprothallien. II. Tl. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad., math.-nat. Kl., Abt. B. 1917.

K. Linsbauer, Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen. Flora Bd. 9, 1916.

R. Paulmann, Über die Anatomie des Laubblattes. Flora Bd. 107, 1914.

Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre.

Von Prof. Dr. P. Ludewig, z. Zt. Kiel.

(Schluß.)

Ein ganz neuer Gesichtspunkt für die Zusammensetzung und Eigenschaft der von außen kommenden Strahlung wurde gewonnen, als man dazu überging, die Stärke der Strahlung in verschiedenen Höhen über dem Erdboden zu bestimmen.

Erste orientierende Versuche ergaben allerdings kein besonders beachtenswertes Resultat. So fand Wulf (Tabelle 7) bei Messungen auf dem

Tabelle 7.

Versuche von Th. Wulf auf dem Eiffelturm (300 m).

		Zahl der Ionen
29. März . . .	am Boden	17,5
30. „ . . .	auf dem Turm	16,2
31. „ . . .	„ „	14,4
1. April . . .	„ „ „	15,0
2. „ . . .	„ „ „	17,2
3. „ . . .	am Boden	18,3

Eiffelturm in 300 m Höhe keinen großen Unterschied für die Zahl der erzeugten Ionen gegenüber den Messungen am Boden. Das wurde anders, als man die Messungen im Freiballon fortsetzte. Auch hier fand sich allerdings in Höhen bis etwa 2000 m (Tabelle 8) keine merkliche Änderung. Dagegen schien in größeren Höhen die Strah-

¹⁾ Ich führe hier nur die Literatur der letzten Jahre an, soweit sie in diesem Aufsätze Berücksichtigung fand; die frühere Literatur möge dem eingangs erwähnten Artikel von Prof. Neger im 3. Jahrg. 1915 dieser Zeitschrift entnommen werden.

Tabelle 8.

Versuche von V. F. Heß im Freiballon.
Fahrt am 7. August 1912.

Relative Höhe	Ionenzahlen, gemessen an zwei Kontrollapparaten	
0	15,8	11,2
1400	15,8	14,4
2500	17,3	12,3
3600	19,8	16,5
4700	40,7	31,8
4200	28,1	22,7
1200	(9,7)	11,5
150	11,9	10,7
0	15,0	11,6

lung stark zuzunehmen. Um dies gründlicher zu erforschen, wurden von Heß und anderen eine ganze Reihe von Freiballonhochfahrten unternommen, bei denen zum Teil an zwei Beobachtungsapparaten zur gegenseitigen Kontrolle gleichzeitige Messungen gemacht wurden. Tabelle 9

Tabelle 9.

Messung im Freiballon von W. Kohlhörster (1913).

Höhe	Ionendiff. gegen Boden	
940	— 0,13	
1090	— 1,2	
1300	— 0,7	
1440	— 0,5	
2130	+ 2,1	
2500	+ 2,9	
2900	+ 6,1	
3550	+ 7,0	
3800	+ 7,7	
4300	+ 11,4	Ionenzahl am
4700	+ 14,5	Boden 13,2
4800	+ 15,7	
5000	+ 19,2	
5200	+ 21,9	
5300	+ 23,6	
5600	+ 27,5	
5800	+ 28,2	
5900	+ 27,9	
6000	+ 28,9	
6200	+ 29,3	

enthält das Resultat einer dieser Fahrten, die bis zu einer Höhe von 6200 m führte. Die Zahlen in der Tabelle bedeuten die Ionendifferenzen gegenüber den Messungen am Boden; sie sind in den ersten 2000 m negativ, weil hier eine Abnahme der Strahlung beobachtet wurde. Dann werden sie mit zunehmender Höhe positiv und steigen bei 6200 m zu dem Werte 29,3 an. Da die absolute Ionenzahl am Boden 13,2 war, so betrug sie in dieser Höhe demnach 42,5. Auf die Schlüsse, die man aus diesen und allen früheren Messungen zu ziehen hat, wird weiter unten eingegangen sein.

Während bisher alle Versuchsergebnisse über die von außen kommende Strahlung zusammengestellt worden sind, ist es noch nötig, auch über die *Strahlung der Gefäßwände* usw. die Beobachtungsergebnisse anzufügen. Der Einfluß der Gefäßwandung ist ziemlich groß, so daß bei verschiedenen Meßinstrumenten, auch wenn sie aus demselben Material hergestellt sind, sehr verschiedene Zahlen für die in einem Kubikzentimeter pro Sekunde erzeugten Ionenmengen gefunden werden. Das rührt von der verschiedenen Stärke der Verunreinigung der Metalle her und es ist natürlich, daß bei Benutzung verschiedener Metalle als Gefäßmaterial die Zahlen ebenfalls erheblich voneinander abweichen. Allgemein gültige Werte lassen sich nicht angeben, jeder Apparat hat vielmehr eine ganz individuelle Wandungsstrahlung. Will man die äußere Strahlung messen, so ist es zweckmäßig, einen solchen Apparat zu wählen, bei welchem die Strahlung der Wände möglichst gering ist.

Auch die Messungen über den Einfluß der *Gasfüllungen* hatten kein allgemein gültiges Resultat.

II.

Die bisher mitgeteilten Versuchsergebnisse sind allein nicht imstande, ein anschauliches Bild von dem Ursprung und der Zusammensetzung der Strahlung zu geben. Es war vielmehr nötig, die *Versuchsergebnisse durch theoretische Überlegungen* zu ergänzen und zu versuchen, ob es möglich ist, die Größe der gemessenen Ionisationen auch durch Rechnungen zu erhalten.

Für die Berechnung kommen in der Hauptsache die unter 3 in Tabelle 2 genannten Anteile in Frage. Die *äußere Strahlung* besteht danach aus 4 Komponenten, und zwar erstens aus einer Strahlung der in den umgebenden *Erdschichten* vorhandenen radioaktiven Substanzen, zweitens aus einer Strahlung der in der *Atmosphäre* vorhandenen Substanzen, drittens aus einer Strahlung des radioaktiven *Belages* der Erdoberfläche, der sich aus der Atmosphäre unter dem Einfluß des Erdfeldes niederschlägt und schließlich viertens aus einer außerterrestrischen Strahlung.

Die *theoretischen Berechnungen* von *Eve, King, Heß, v. Schweidler, Kurz und Chadwick* zur Bestimmung der drei ersten der genannten Strahlungsanteile versuchen aus der Intensität der bei anderen Messungen gefundenen Werte für die Konzentration der radioaktiven Substanzen in der Erde und der Luft die Stärke der Strahlung an der Erdoberfläche zu errechnen. Sie haben ergeben, daß der Anteil der Strahlung, der *aus der festen Umgebung*, d. h. der Erde, kommt, beträchtlich ist und bis zu 10 Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde und mehr ansteigen kann. Dagegen ist der Strahlungsanteil, der *aus der Atmosphäre* selbst her-

rührt, auch wenn man neben dem Radium C die Thorprodukte berücksichtigt, nur sehr gering, und noch geringer ist der Anteil der Strahlung des radioaktiven Belags der Oberfläche.

Vergleicht man die Resultate dieser Rechnung mit den mitgeteilten Versuchsergebnissen, so lassen sich aus dem Vorhandensein der großen von unten kommenden Strahlung die Messungsergebnisse über und unter Wasser und die Ergebnisse in Steinsalzhöhlen und Bergwerken ohne weiteres erklären, wenn auch eine quantitative Kontrolle infolge der stark von einander abweichenden Versuchsergebnisse nicht möglich ist. Würde man aber annehmen, daß die Strahlung *allein vom Erdboden* kommt, so ließe sich berechnen, wie die Stärke der Strahlung mit zunehmender Höhe über dem Erdboden abnimmt; denn die Absorptionsverhältnisse der Gammastrahlen in Luft lassen sich ja durch einen Laboratoriumsversuch bestimmen. Für diese Werte ergeben sich die in

Tabelle 10.

Stärke der Strahlung in verschiedener Höhe, wenn nur der Erdboden strahlt.

Höhe	Stärke der Strahlung
0	1,00
1	0,98
10	0,83
100	0,36
1000	0,001

Tabelle 10 zusammengestellten Zahlen. Die Stärke der Strahlung, die am Erdboden gleich 1 gesetzt ist, hat in 100 m Höhe nur noch den Wert 0,36 und in 1000 m Höhe ist sie auf ein pro Mille gesunken. Die Ergebnisse der Messungen auf dem Eiffelturm und bei Ballonfahrten in Höhen bis zu 2000 m stehen mit diesen Zahlen jedoch im schärfsten Widerspruch, und es ist daher natürlich, daß vor dem sicheren Nachweis der außerterrestrischen Strahlung mehr als einmal der Versuch gemacht worden ist, nicht den Erdboden, sondern die Atmosphäre als den Hauptstrahler hinzustellen. Den Grund dafür, daß die Stärke der Strahlung in den untersten Höhenlagen nur ganz wenig abnimmt, müssen wir nach den Ergebnissen der Theorie und der Hochfahrten vielmehr darin suchen, daß *von außen auf die Erde eine Strahlung* auftritt, die sich in geringen Höhen mit der von unten aus dem Erdboden kommenden Strahlung überdeckt. Diese Strahlung wird in der Atmosphäre gleichfalls eine Absorption erleiden, sodaß die in hohen Schichten stärker ist als in erdnahen Schichten. Die quantitative Verteilung der gesamten äußeren durchdringenden Strahlung ist daher derart zu denken, daß *in der Nähe des Erdbodens hauptsächlich die Strahlung des Erdbodens in Frage kommt, während die außerterrestrische Strahlung hier bis zu einem ge-*

ringeren Teil verschwunden ist. In den Höhen bis zu 2000 m nimmt die von unten kommende Strahlung stark ab, und die von oben kommende Strahlung in dem Verhältnis zu, daß sich nur eine geringe Änderung ergibt. Darüber hinaus ist die Bodenstrahlung ganz verschwunden und es bleibt allein die außerterrestrische Strahlung (die man auch als Heßsche Strahlung bezeichnet hat) übrig. In allen Höhen überlagert sich diesem Verlauf der geringe Anteil der Strahlung der Atmosphäre selbst. Nach einer Zusammenstellung von St. Meyer und E. v. Schweidler verteilt sich der Beitrag der verschiedenen Komponenten in der Nähe des Erdbodens zahlenmäßig folgendermaßen:

Die Zahl der in der Sekunde in einem Kubikzentimeter erzeugten Ionen beträgt:	
Vom Erdboden herrührend	0—15 Ionen
Aus der Atmosphäre herrührend	0—0,2 „
Vom Oberflächenbelag „	0—0,01 „
Die außerterrestrische Strahlung am Boden	1,5 „
Die außerterrestrische Strahlung in 9000 m	85 „
Die außerterrestrische Strahlung an Atm. Grenze	530 „

Außerdem nennen sie für die *Restionisation* folgende Zahlen: Die in der Gasfüllung enthaltenen Radioelemente erzeugen 0—6, die in der Wandung enthaltenen je nach dem Gefäßmaterial 0—50 Ionen.

Bei einer Betrachtung der Zahlen ergibt sich, daß die Hauptanteile der Strahlung im wesentlichen von den Gefäßwänden, vom Boden und von der außerterrestrischen Strahlung herrühren, daß dagegen in großer Höhe die außerterrestrische Strahlung alle anderen bei weitem überwiegt.

Die Erscheinung der außerterrestrischen Strahlung enthält noch eine prinzipielle Schwierigkeit: Würde die Strahlung nämlich eine *Durchdringungsfähigkeit* haben, wie die härteste Gammastrahlung der auf der Erde bekannten Radioelemente, so müßte sie durch die Atmosphäre mehr absorbiert werden, als der Versuch ergibt. Man muß daher annehmen, daß sie *anderer Art ist* und zwar von einer Durchdringungsfähigkeit, die etwa 7 mal größer ist als die der Gammastrahlen des Radiums C. Sollte sich dies wirklich bestätigen, so würde für die wissenschaftliche Forschung damit eine grundsätzlich neue Erscheinung gefunden sein, deren Wichtigkeit noch nicht abzusehen ist.

Während Heß und andere die Quelle dieser Strahlung sich im Weltenraum liegend denken, hat F. Linke als Ursache den *kosmischen Staub* bezeichnet, der nach meteorologischen Beobachtungen in großer Höhe in der Atmosphäre der Erde angesammelt ist und voraussichtlich auch radioaktive Bestandteile enthält. Eine Entscheidung in der einen oder anderen Richtung ist bisher noch nicht möglich gewesen.

Besprechungen.

Hirsch, Paul, Fermentstudien. Neue Methoden zum Nachweis proteolytischer und lipolytischer Fermente mit besonderer Berücksichtigung der Abwehrfermente. Jena, Gustav Fischer, 1917. 81 S. Preis M. 2,50.

In der Einleitung gibt der Verfasser eine kurze Übersicht der Entdeckung der „Abwehrfermente“, die der tierische Organismus gegen „blutfremde“ Stoffe mobil macht. Er weist darauf hin, daß nicht nur Eiweißkörper, sondern auch Kohlehydrate und Fette, wie die diesen verwandten „Lipoidstoffe“, zur Bildung von Abwehrfermenten Veranlassung geben können. In ersten Kapitel werden die bisher meist verwandten, von *Abderhalden* angegebenen Methoden zum Nachweis der Abwehrfermente besprochen. Es sind das:

1. die optische Methode,
2. das Dialysierverfahren in Verbindung mit der die Aminogruppe in α -Stelle zum Karboxyl durch Blaufärbung anzeigende Ninhydrinprobe,
3. der Nachweis mittels gefärbter Substrate, da der vom Eiweiß aufgenommene Färbstoff, z. B. Karmin, in den Abbauprodukten nicht mehr festgehalten wird.

Diese Methoden werden im 1. Kapitel einer Kritik unterzogen.

Im 2. Kapitel wird die „interferometrische“ Methode beschrieben. Da die Peptone lösliche Körper sind, so lösen sie sich in Serum und erhöhen dadurch die Konzentration; die Konzentrationsänderung kann durch das Interferometer gemessen werden. Die Methode stellt eine sogenannte Nullmethode dar, die erfahrungsgemäß bei den verschiedenen Beobachtern zu gleichmäßigen und genauen Resultaten führt. Die wichtigste Frage ist die Organfrage; von einem brauchbaren Organpräparat muß verlangt werden, daß es 1. trocken, 2. frei von löslichen Bestandteilen und vor allen Dingen haltbar ist. Mit Hilfe von Plazenta-peptonen kann man sich z. B. für die Probe eine Eichkurve herstellen. Mit deren Hilfe man dann zu einer quantitativen Messung der Wirkungsweise eines Abwehrfermentes gelangen kann. Bei allen Versuchen muß natürlich steril, vor allen Dingen mit sterilen Serumproben gearbeitet werden; eine Abnahme der Refraktion bedeutet immer eine bakterielle Verunreinigung. — Bezüglich der eingehenden apparativen Beschreibung muß auf das Original verwiesen werden. — Ferner geht aus dem Gesagten hervor, daß man diese Methoden nicht nur zum Nachweis der Abwehrfermente, sondern zur quantitativen Bestimmung jeglicher proteolytischer Fermente pflanzlicher oder tierischer Herkunft benutzen kann.

Im 3. Kapitel beschäftigt sich der Verfasser mit den gegen die *Abderhaldenschen* Methoden erhobenen Einwänden. Vornehmlich wurde von *Michaelis* und von *Langermarck* auf die Möglichkeit einer Autolyse des Serums hingewiesen. Der Autor stellt sich auf den *Plimmerschen* Standpunkt, daß im Eiweißmolekül Anhydridringe vorhanden sind, die durch die Pepsinwirkung in lange Ketten zerfallen, welche ihrerseits durch das Trypsin weiter gespalten werden. Der Refraktionswert der ersten Phase ist zu gering, als daß er selbst mit dem Interferometer gemessen werden könnte, trotzdem mit diesem Instrument geringere Differenzen zu bestimmen sind, als mit den sonstigen Refraktometern. Dagegen tritt eine für die Messung genügend große Änderung der Dispersion ein. Diese mit dem *Pulfrichschen* Refraktometer gemessenen Werte gestatten den Beweis, daß eine Auto-

lyse des Serums im gegebenen Falle nicht in Frage kommt, während andere autolytische Vorgänge auf demselben Wege wahrnehmbar gemacht werden könnten.

Im 4. Kapitel beschäftigt sich der Verfasser mit den lipolytischen Fermenten. Da im normalen Serum lipolytische Fermente im Gegensatz zu proteolytischen stets vorhanden sind, muß hier mit quantitativen Methoden gearbeitet werden. Weit geeigneter als der Nachweis durch Leitfähigkeit ist der durch die elektrometrische Methode. Der Verfasser gibt hier eine eingehende Beschreibung der von ihm angewandten Formen. — In diesem Kapitel wurde auch die „kolorimetrische“ Methode geprüft, die es gestattet, die Verschiebung der Wasserstoffionen-Konzentration durch die Anwendung von Indikatoren verschiedener Empfindlichkeit zu messen, während im 5. Kapitel Überblicke auf die Vertiefung unserer Kenntnisse der Fermente eröffnet werden, die man mit Hilfe quantitativer Messungen erreichen kann.

Der 2. Hauptteil des Buches enthält die Versuchsprotokolle, aus denen man den Wert der angeführten Methoden erkennen kann. Das wesentlichste Ergebnis ist die Bestätigung der Abderhaldenschen Resultate, die von mancher Seite angefochten, gerade durch die Anwendung neuer und genauer Methoden am besten verteidigt werden konnten. Der Wissenschaft ist somit ein unzweifelhafter Dienst geleistet worden.

H. Pringsheim, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des Wetters. Bei der Aufstellung der amtlichen Wetterprognosen findet die sog. synoptische Methode Anwendung, d. h. gleichzeitige Beobachtungen aus einem weiten Gebiet mit einer großen Anzahl von Stationen werden einheitlich bearbeitet und zusammengestellt und liefern in ihrer Gesamtheit die *Wetterkarte*, aus welcher sich die Verteilung des Luftdrucks, Windverhältnisse, Bewölkung und Niederschlag entnehmen lassen. Das Beobachtungsgebiet des deutschen amtlichen Wetterdienstes umfaßte in Friedenszeiten das Festland von Europa, ferner England und Irland mit den besonders wichtigen Stationen an der atlantischen Küste sowie die nordatlantischen Inseln mit Island, hat aber natürlich jetzt eine entsprechende Einschränkung erfahren. Aus der zur Zeit der Beobachtung bestehenden *Wetterlage*, vor allem der Verteilung des Luftdrucks, in Verbindung mit durch Erfahrung gewonnenen Regeln für deren weitere Entwicklung wird dann auf die wahrscheinliche *Wetterlage* des kommenden Tages und damit auf das voraussichtliche Verhalten der einzelnen Wetterfaktoren geschlossen.

Einen wesentlich anderen Weg verfolgt eine Methode, die zuerst im Jahre 1914 von *Stefan Kaltenbrunner* in Linz in einer im Selbstverlag des Verfassers erschienenen Broschüre veröffentlicht wurde. *Kaltenbrunner* stellt folgende einfache Regel auf: „Auf gleiche Wetterfaktoren folgt wiederum das gleiche Wetter, d. h. war einmal ein Tag schon da, der die gleichen wichtigen Wetterfaktoren, wie Luftfeuchtigkeit, Luftdruck usw. ebenso aufwies wie der heutige Tag, so wird menschlicher Voraussicht und Wahrscheinlichkeit nach auch das Wetter des morgigen Tages wiederum das gleiche werden, wie es jenes war, welches auf die damaligen gleichen Wetterfaktoren gefolgt ist.“

Als den wichtigsten Faktor, welcher für die Gestaltung des zukünftigen Wetters maßgebend ist, betrachtete *Kaltenbrunner* in seiner ersten Veröffentlichung vor allem die relative Feuchtigkeit, dann die Windrichtung, die Lufttemperatur und ihren nächtlichen Tiefstwert, den Luftdruck und seine Änderung und das zur Zeit der Aufstellung der Prognose herrschende Wetter unter Berücksichtigung der Jahreszeit. Später setzte er anstatt der relativen Feuchtigkeit den Luftdruck und seine Änderung an die erste Stelle, nicht zuletzt, um die praktische Anwendung der Methode zu erleichtern, da das Barometer bekanntlich eine weitaus größere Verbreitung besitzt als das Hygrometer oder Psychrometer.

Daß diese *statistische* Methode nicht allgemein richtig sein kann, ergibt sich schon daraus, daß dem gleichen örtlichen Wetterbild sehr verschiedene allgemeine Wetterlagen zugehören können. Da indessen ein vorläufiger Versuch ermutigend ausfiel, sah sich Dr. *Rudolf Schneider* von der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien zu einer eingehenden Prüfung der Methode veranlaßt, über deren Ausfall er in der Meteorologischen Zeitschrift (1917, Heft 6/7) berichtet. Die Grundlagen lieferte die mehr als 30-jährige Reihe der Wiener Beobachtungen. Für die verschiedenen Stufen des Luftdrucks und Arten des um 2 Uhr nachmittags herrschenden Wetters wurden Tafeln entworfen, welche mit der Änderung des Luftdrucks seit 7 Uhr morgens und der herrschenden Windrichtung als Argumenten das Wetter entnehmen lassen, welches erfahrungsgemäß, d. h. nach den Wiener Beobachtungen, auf gleiche örtliche Wetterverhältnisse folgte, wobei die verschiedenen Wetterarten mit 6 Ziffern belegt wurden. Für Sommer und Winter wurden getrennte Tafeln angelegt. Die Prüfung erstreckte sich zunächst nur auf Bewölkung und Niederschläge und geschah in der Weise, daß je nach der Güte der Prognose 5 Klassen unterschieden wurden, welche die Treffsicherheit in Prozenten ausdrückten: 0 = ganz falsch, 25 = fast ganz falsch, 50 = halb richtig, 75 = ziemlich gut, 100 = sehr gut. Gelegentlich wurden noch Zwischenstufen eingeführt. Die Anwendung der einzelnen Stufen war genau abgegrenzt, so daß Willkürlichkeiten nach Möglichkeit ausgeschaltet wurden. Das Mittel einer großen Reihe solcher Prozentzahlen bildete dann einen Ausdruck für den Wert der Methode. Die amtlichen Prognosen wurden gleichzeitig derselben Prüfung unterworfen.

Das Ergebnis war insofern überraschend, als die Kaltenbrunnersche Methode in fast allen Fällen den Sieg davontrug. In einem einzigen Monat wurde Gleichstand der Prozentzahlen erzielt. Bei der Prognose der Bewölkung erreichte die statistische Methode im Mittel aus 9 Monaten 82 % Treffer, die k. k. Zentralanstalt mit der synoptischen Methode 75 %. Die besten Ergebnisse in einzelnen Monaten waren nach *Kaltenbrunner* 88 %, nach der synoptischen Methode 85 %, die schlechtesten 77 bzw. 61 %. Ähnlich verhält es sich bei den Niederschlägen, bei welchen die statistische Methode der synoptischen um 14 %, 76 gegen 62, überlegen war, während die einzelnen Monatsergebnisse bei ersterer zwischen 68 und 82, bei letzterer zwischen 51 und 73 % schwanken, sich also allgemein etwas ungünstiger als bei der Bewölkung stellen. Erscheint somit die statistische Methode der synoptischen unbedingt überlegen, so muß doch berücksichtigt werden, daß die Gültigkeit der nach ersterer gestellten Voraussagen stets mehr oder weniger örtlich begrenzt ist, während die amtlichen Prognosen den allgemeinen Charakter der Witterung im ganzen Lande angeben und

auf örtliche Unterschiede nur in sehr beschränktem Maße Rücksicht nehmen können. Wie stark aber z. B. weite Wald- und Gebirgsgegenden gerade Bewölkung und Niederschlag beeinflussen, ist allgemein bekannt. Um auch hierüber Erfahrungen zu sammeln, ließ Schneider im Winter 1916/17 eine Vergleichung beider Methoden in Straßnitz in Südmähren, 100 km nord-östlich von Wien, ausführen, wobei ebenfalls die Wiener statistischen Tafeln Verwendung fanden. Auch da siegte die statistische Methode bezüglich des Niederschlags mit 12 %; bei der Bewölkung unterlag sie mit 3 %. Bei noch größerer Entfernung würde das Ergebnis wohl ungünstiger ausfallen, und wenn Kaltenbrunner glaubt, seine für Wien entworfenen Tafeln in ganz Mitteleuropa mit gleichem Erfolg benutzen zu können, so ist dies sicher verfehlt. Auch muß zugunsten der zweifellos wissenschaftlich besser begründeten synoptischen Methode angeführt werden, daß dieselbe während der Prüfungszeit infolge der Kriegsverhältnisse, insbesondere des Fehlens der wichtigen Beobachtungen von der nordatlantischen Küste, nicht jenen Grad von Sicherheit für ihre Prognosen beanspruchen konnte, welcher diesen in normalen Zeiten zukommt. Man wird also wohl erwarten können, daß sie instande ist, Ergebnisse zu liefern, welche den örtlichen Voraussagen nach der statistischen Methode mindestens gleichwertig sind. Die große Bedeutung der letzteren liegt indessen darin, daß sie ermöglicht, bereits um 2 Uhr nachmittags, also vor Ausgabe der amtlichen Wetternachricht, mit einem Zeitaufwand von wenigen Minuten einen zuverlässigen Ausblick auf das Wetter des kommenden Tages zu gewinnen. Den Vorteil daraus wird besonders der Landwirt ziehen, dem, wenn er weit vom nächsten Telegraphenamt entfernt wohnt, die amtlichen Prognosen vielfach gar nicht zugänglich sind. Einige Erfahrung in Wetterdingen wird freilich immer vorausgesetzt werden müssen. Als Instrument kann ein gutes Aneroidbarometer dienen, welches mit Hilfe des Stellzeigers auch den Gang des Luftdrucks zwischen 7 Uhr morgens und 2 Uhr nachmittags leicht entnehmen läßt. Es sei darauf hingewiesen, daß das Instrument zunächst geeicht werden muß, da die meisten der gebräuchlichen Barometer ganz falsche Werte zeigen. Auch muß der Höhenunterschied gegen die Station, für welche die benutzten Tafeln gelten, berücksichtigt werden. Wer also die statistische Methode der Wettervorherbestimmung benutzen will, wird, selbst wenn ihm die nötigen Tafeln zur Verfügung stehen, der Hilfe eines Fachmanns nicht ganz entraten können. Für den amtlichen Wetterdienst endlich wird man vielleicht gute Ergebnisse erwarten können von einer Vereinigung der statistischen und der synoptischen Methode. Der Wert der ersteren kann nach den bisherigen Beobachtungen nicht mehr in Zweifel gezogen werden. Inwieweit sie die darauf gesetzten Hoffnungen rechtfertigt, muß erst die weitere Erfahrung lehren.

C. H.

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente untersucht Dr. W. Soergel in seinem Habilitationsvortrage, der nachträglich durch Zusätze und Anmerkungen erweitert wurde (Stuttgart 1917, Schweizerbart, 53 S.). Über diese Frage ist schon viel geschrieben worden, und trotzdem stehen sich die Ansichten zum Teil noch scharf geschieden gegenüber. Während die einen, besonders auch die meisten deutschen, überhaupt europäischen Geologen, alte Landbrücken über breite Ozeanflächen schlagen, stehen andere, besonders die Nordamerikaner, auf dem Standpunkt, daß die großen Kontinentalsockel schon seit

den ältesten Zeiten mehr oder weniger unverändert bestanden haben. Die Entscheidung dieser Frage ist aber außerordentlich wichtig, nicht bloß für das Verständnis der Geologie und Geographie, auch die früheren Zustände des Klimas, die Heranbildung und Ausbreitung der heutigen Tier- und Pflanzenwelt stehen zu ihr in den innigsten Beziehungen. Von solchen älteren Brückenkontinenten sind besonders wichtig der nordatlantische, der Nordamerika über Grönland und Island mit Europa verband, der südatlantische zwischen Südamerika und Afrika, das Gondwanaland zwischen Afrika, Vorderindien und Australien und ein süd-pazifischer Kontinent zwischen Australien und Südamerika. An ihnen läßt sich daher das Permanenzproblem am einfachsten untersuchen.

Ganz allgemein ist nun zunächst zu betonen, daß auf dem Gebiete der heutigen Festländer den jetzigen Ozeangrundsichten zu vergleichende oder überhaupt als Tiefenablagerungen anzusprechende Gesteine fehlen. Weder für den roten Ton der größten Tiefen, noch für den weitverbreiteten Globigerinenschlamm gibt es sichere Parallelen, was beweist, daß über der Fläche der Festländer niemals ozeanische Räume gelegen haben, daß jene vielmehr gegenüber den ozeanischen Tiefen immer Hochgebiete gewesen sind, auf denen in früheren Zeiten nur relativ flache Meere standen, die meist nicht mehr als 100 bis 200 m, in seltenen Ausnahmen bis 800 m tief waren. Infolgedessen erscheint es auch unmöglich, große alte Brückenkontinente anzunehmen, da wir nicht wissen, wo sich das durch diese verdrängte Wasser hätte befinden sollen, wiewohl es nicht sicher ist, daß sich die Gesamtwassermenge der Erdoberfläche im wesentlichen unverändert erhalten hat. Auch die Entwicklung der Meerestierwelt spricht für eine wesentliche Permanenz der Ozeanbecken. Die fossilen marinen Faunen sind auf dem Gebiete der heutigen Kontinente wurzellos, in das sie immer wieder aus ihren eigentlichen Entwicklungsgebieten eingewandert sein müssen. Die Zwischenformen zwischen ihnen bzw. ihren Artgruppen fehlen zumeist fast völlig. So stand das Gebiet der heutigen Festländer als Wohngebiet mariner Faunen stets in Gegensatz zu den heutigen ozeanischen Räumen, was nur aus ihrer Eigenschaft als Hochgebiet begrifflich ist, als Gebiet wechselnder Hebungen und Senkungen. Der Abhang des Kontinentalsockels kann aber nicht immer so steil gewesen sein wie heute, da sonst nicht der Übergang und die Anpassung von Tiefseetieren in das Leben der Flachsee in so breiter Front hätte stattfinden können, wie wir sie in der Geschichte der Erde immer wieder beobachten können. Es muß in früheren Zeiten zwischen der Flachsee und der Tiefsee Zwischenmeere von mittlerer Tiefe gegeben haben, die heute so gut wie ganz fehlen.

Aber es gibt doch auch mancherlei Gründe, die gegen eine absolute Permanenz der Festländer und der Ozeanbecken sprechen. Besonders gewichtig scheinen diejenigen, die aus dem geologischen Bau der Festländer und Inseln, sowie aus dem Tatsachenbereich der Tiergeographie der Vergangenheit und Gegenwart gegen die Permanenztheorie hergeleitet werden. Nur für die Nordatlantis kann aber die geologische Grundlage als hinreichend gesichert angesehen werden, wenn sie sich auch kaum so weit nach Süden erstreckt hat, wie das auf paläogeographischen Karten zuweilen angegeben wird, ganz besonders nicht bis zu den Azoren. Nördlich der 1000- oder 2000-m-Stufe aber haben z. B. die Verbreitung devonischer Sandsteine in Nordengland

und Schottland nördlich von rein marinen devonischen Sedimenten, das gleichmäßige Vorkommen von Landpflanzen führenden Kohlen zwischen zwei basaltischen Lavadecken in Nordisland, den Hebriden, den Färöern, Island, der Ost- und Westküste Grönlands und in Spitzbergen jedenfalls das ehemalige Vorhandensein von Landmassen und Landzusammenhängen über Gebiete zur Voraussetzung, die heute vom Meere bedeckt sind.

Weit schwächer als für die Nordatlantis sind die Beweise geologischer Natur für ein ehemaliges Bestehen der *Südatlantis*. Sie beweisen aber nicht eindeutig die Verbindung von Südamerika mit Afrika, sondern immer nur die größere Ausdehnung beider Festländer nach dem Atlantischen Ozean hin. Nicht stärker sind die geologischen Argumente für das Bestehen eines *Gondwanakontinentes*, besonders in seiner größeren östlichen, an Australien anschließenden Hälfte. Der *südpazifische* Kontinent schließlich läßt sich geologisch nirgends stützen. Im Westen können wir nur für die festlandsnäheren Inseln einen ehemaligen Landzusammenhang mit Australien als wahrscheinlich bezeichnen. An der Ostküste des Großen Ozeans aber erklären alte große Inseln im Westen Südamerikas vollauf alle Erscheinungen, aus denen *Burckhardt* die Existenz eines großen Festlandes zwischen Australien und Südamerika hat erschließen wollen. Daß vielfach südliche Meeresfaunen von nördlichen sich unterscheiden, woraus man auf trennende Landbrücken hat schließen wollen, erklärt sich aus den Behinderungen, die ein aktives Wandern der Faunen an den Küstenschelfen entlang erfahren konnte, so durch an der Küste aufsteigende Kaltwasserströme, durch den Wechsel in der Beschaffenheit des Meeresbodens und mancherlei biologische Momente. Von größerer Bedeutung sind die Tatsachen der Tier- und Pflanzengeographie der Festländer in Vergangenheit und Gegenwart. Wenn auch nicht in voller Eindeutigkeit, so sprechen sie doch sehr stark gegen eine solche unbedingte Permanenz, wie sie z. B. der Amerikaner *Willis* vertritt. So bedarf es in dem großen Nordamerika, Europa, Asien und Afrika umfassenden Kontinentalblocke, dessen Landflächen die Tiergeographen als arktogäisches Reich zusammenfassen, unbedingt der Annahme eines nordatlantischen Landgebietes, um die Verbreitung früherer und heutiger Faunen und Floren zu erklären. Hier hat zweifellos der ozeanische Raum auf Kosten des kontinentalen zugenommen. Das Gleiche gilt für die Gebiete, in denen an die Arktogäa Australien und Südamerika angrenzen. So muß eine breite Landbrücke über Florida und die Antillen südwärts geführt haben. Auch sonst treffen wir überall an den Rändern aller Festländer ein ähnliches Übergreifen des Meeres auf alte Kontinentalgebiete, so in den ostasiatischen Inselkränzen von den Aleuten bis zu den Philippinen, so östlich von Australien bis nach Neuseeland hinaus und zwischen Madagaskar und Vorderindien. Die Kontinentalmassen müssen also früher ausgedehnter, einheitlicher, kompakter gewesen sein. Im ganzen ist das Bild aber gegen heute wenig verändert. Einen fremden Zug erhält das Relief erst mit der Konstruktion einer Landbrücke, die aus tiergeographischen Gründen notwendig zu sein scheint und sich mit dem Hinweise auf die Lückenhaftigkeit des tiergeographischen Materials und auf die Gefahr der Trugschlüsse schwerlich abtun läßt. Diese Brücke kettete die Antarktis fester an die übrige Festlandsmasse, sie verband sie mit Australien, noch sicherer aber mit Südamerika.

Im Gebiete der heutigen Ozeane müssen aber zu allen Zeiten die großen Sammelbecken gelegen haben. Die Änderungen indessen, die sich nachweislich vollzogen haben, zeigen deutlich eine bestimmte Tendenz. Der Austausch ist ein vollkommen einseitiger, bei dem die Kontinente seit jeher nur verloren, die Ozeane nur gewonnen haben. Die Einengung, die die früheren ozeanischen Räume gegenüber den gegenwärtigen durch diese einst weitere Ausdehnung der Kontinentalblöcke erfuhren, dürfte durch die weiten Überflutungen der Kontinentalgebiete in früheren Zeiten ausgeglichen worden sein. Als zweite Tendenz ist die zunehmende Steilerstellung des Kontinentalrandes festzustellen. Aus ozeanischen Wannen, die auf flacheren kontinentalen Buckeln ausliefen, haben sich tiefere Tröge zwischen hochragenden Blöcken entwickelt. Beide Tendenzen führen zu einer schärferen Modellierung des Erdreliefs und erscheinen als Teilwirkungen eines umfassenderen Prinzips, der Kontraktion der Erde. Dabei läßt sich nicht leugnen, daß im Rahmen der übrigen, die Grundlinien ihrer Oberfläche gestaltenden Kräfte die „Tetraederisierung“ eine gewisse Bedeutung zu besitzen scheint, d. h. das Streben nach einer Anordnung der Reliefgroßformen gemäß den Elementen eines Vierflächners, dessen Ecken und Kanten den Festländern, dessen Flächen den Ozeanen entsprechen.

So deutet das, was Geologie und Paläontologie für die Entwicklung des Erdreliefs in seinen beiden großen Einheiten aussagen können, auf eine fortdauernde Verschiebung zwischen kontinentalen und ozeanischen Räumen. Und wenn die wesentlichsten Züge dieses Reliefs auch heute noch denen früherer Erdperioden sehr ähnlich sein dürften, so ist doch unverkennbar, daß die Ozeanbecken im Wachsen, die Kontinente im Schwinden begriffen sind. Wir wissen nicht, wie weit diese Entwicklung das Relief der Erde umgestalten, ob der einsinkenden Rinde die ganze Masse der kontinentalen Hochgebiete nachbrechen und das Leben der Kontinente in einer *Panthalassa* untergehen wird. Erkannt ist bis heute nur der Vorgang, nicht Maß und Bedeutung der ihn fördernden und einengenden Kräfte und damit nicht seine Grenzen.

Th. A.

Die Kohlenschätze der Erde und ihre Erschöpfung. Von *Gotthard Würfel*. Nach Aufzählung allgemein bekannter, auf die Steinkohle bezüglicher geologischer Tatsachen kommt *Würfel* auf die in der Erde lagernden Vorräte an Kohle (Anthrazit, Stein- und Braunkohle) zu sprechen und hebt hervor, daß im Laufe der Jahre die Schätzungen höher geworden sind. In der ersten Schätzung des Jahres 1846 wurden die Vorräte speziell der deutschen Kohlenfelder mit 11,1 Milliarden Tonnen angegeben, bis endlich im Jahre 1913 der Internationale Geologenkongreß in *Toronto* (Kanada) sie mit 423,3 Milliarden Tonnen bezifferte. *Würfel* meint, daß die Zahl eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein dürfte, da die nördliche Grenze des Kohlengebirges in Westfalen noch gar nicht bekannt ist und links des Rheins nach der holländischen Grenze durch Bohrungen immer umfangreichere Kohlenlager festgestellt werden, an denen auch Holland teil hat. Mit Bestimmtheit kann man annehmen, daß Deutschlands Kohlenschätze noch 1500 Jahre ausreichen, während sie in *England* in 300, höchstens 400 Jahren erschöpft sein werden¹⁾. *Frankreich*, den Vollbesitz seiner

¹⁾ *William Ramsay* meinte, daß die Erschöpfung schon in 175 Jahren eintreten werde. Der Ref.

Kohlengruben vorausgesetzt, wird seinen in Toronto auf 17½ Milliarden veranschlagten Kohlenvorrat schon viel früher erschöpft haben, denn er ist der 11. Teil des englischen und hochgerechnet der 25. Teil des deutschen. Bedeutende Kohlenvorräte besitzen in Europa außer Deutschland und England noch *Rußland* und *Österreich-Ungarn*, ersteres ungefähr 60, letzteres 59 Milliarden Tonnen. *Italiens* Vorräte werden auf bloß 250 Millionen Tonnen geschätzt. Als Kohlenproduzent für das europäische Wirtschaftsleben kommen nur noch in Betracht *Belgien* mit 11 Milliarden, *Spanien* mit rund 8 Milliarden, die *Niederlande* mit 4½ Milliarden und endlich *Spitzbergen* mit rund 8 Milliarden. Weit höher als der europäische Kohlenvorrat ist jener von *Asien* und *Nordamerika*. In ersterem wird er auf 1279 Milliarden, auf dem nordamerikanischen Kontinent mit 5100 Milliarden Tonnen Kohle angenommen. *China* besitzt noch annähernd 1000 Milliarden Tonnen, die *Vereinigten Staaten Nordamerikas* fast 4000 Milliarden Tonnen. Arm an Kohle ist *Ozeanien*, worunter das australische Festland und sein Inselgebiet zu verstehen ist, denn es soll nur 170 Milliarden Tonnen enthalten. Noch ärmer ist *Afrika* mit 57 und am ärmsten *Südamerika* mit 32 Milliarden Tonnen. Der *Weltvorrat* an Kohle wurde auf dem Geologenkongreß auf rund 7400 Milliarden Tonnen geschätzt. Unter Zugrundelegung dieser Zahl könnte man mit den gesamten Kohlenvorräten der Erde etwa 6000 Jahre auskommen, vorausgesetzt, daß der Gesamtverbrauch auf der Erde wie im Jahre 1913 jährlich rund 1,3 Milliarden Tonnen Kohle beträgt. Einer Zunahme des Verbrauches steht die wahrscheinliche Auffindung weiterer Kohlenlagerstätten in Asien und Nordamerika gegenüber. Für jeden Fall wird im Jahre 2500 in Europa nur noch Deutschland eigene Kohlenvorräte besitzen, im Jahre 3000 jedoch ohne Kohle sein. *Würfel* gibt eine Anzahl sehr lehrreicher Tabellen, welchen er auch die angeführten Daten entnahm, über die verschiedenen Kohlenvorräte seiner Arbeit bei. Jede derselben gliedert die Kohle in: Anthrazit, bituminöse und magere Steinkohle, Braunkohle. Die Tabellen wurden von ihm dem vom Geologenkongreß in Toronto 1913 herausgegebenen Werke „*The Coal Resources of the World*“, publ. by Morang & Co., Toronto, Kanada, 1913, entnommen. (*Wirtschaftliches Archiv* Bd. 10, 1917, Heft 4.) W.

Studien über die Bindung des Stickstoffs in der Kohle und im Koks hat Dr.-Ing. E. Terres angestellt (*Journal f. Gasbeleuchtg.*, Bd. 59, S. 519—521). Er erörtert zunächst die Entstehung der fossilen Kohlen, namentlich im Hinblick auf den Stickstoff, dessen Gehalt in den westfälischen Kohlen nach *Bunte* 1,25 bis 1,65 % beträgt. Da das Holz, die Muttersubstanz der Steinkohlen, nie mehr als 0,10 % Stickstoff enthält, muß der Stickstoff der Steinkohle in der Hauptsache von den den Hölzern beigemengten animalischen Resten herrühren. Man hat es also wohl mit eiweißartigen Stoffen zu tun, die den Stickstoff in Form von Amidogruppen bzw. substituierten Amidogruppen enthalten. Im Torf konnten *Rau* und *Christie* in der Tat mittels der Karbylaminreaktion Amidogruppen nachweisen, jedoch nicht bei den anderen Brennstofftypen. Verfasser hat nun versucht, diesen Nachweis für die Steinkohle zu erbringen. Wie sich der Stickstoff bei der pyrogenen Zersetzung der Steinkohle auf die verschiedenen Zersetzungsprodukte verteilt, ist für eine große Zahl von Kohlenarten genau festgestellt; bekanntlich erhält man hierbei nur einen kleinen Teil des Kohlen-

stickstoffs, nämlich 10—14 %, in Form von Ammoniak neben erheblich größeren Mengen von elementarem Stickstoff, während 40—65 % des Stickstoffs, die Hauptmenge also, in sehr temperaturbeständiger Form im Koks zurückbleibt. Schon früher wurde vermutet, daß der im Gas enthaltene elementare Stickstoff ursprünglich ebenfalls in Form von Ammoniak vorhanden gewesen sei, daß dieses jedoch je nach der Vergasungstemperatur seinem Gleichgewicht entsprechend aufgespalten worden sei. Der Verfasser analysierte das während der Vergasung der Kohle sich entwickelnde Gas, berechnete aus dem Gehalt an Ammoniak, Stickstoff und Wasserstoff die Gleichgewichtskonstanten und verglich damit die von *Haber* für die entsprechende Vergasungstemperatur experimentell bestimmten Werte. Er konnte feststellen, daß die gefundenen Konstanten zwar nicht zu Beginn, wohl aber bei fortschreitender Entgasung der Kohle mit den theoretischen Konstanten sehr gut übereinstimmen. Gestützt wird die obige Annahme ferner dadurch, daß bei sehr langsamer Entgasung der Kohle bis zu 35 % des Kohlenstickstoffs als Ammoniak gewonnen werden können. Um nun in die Art der Stickstoffbindung in der Kohle einen Einblick zu gewinnen, hat Verfasser eine Reihe von wohldefinierten organischen Stoffen, wie Glykokoll, Asparagin, Eiweiß, tierischen Leim, Pyridin, Azobenzol, Hydrazobenzol, Acetonitril, Phenylisocyanat und Nitrobenzol, pyrogen zersetzt, indem er sie in stickstofffreier Atmosphäre in einem Porzellanrohr auf 700—900° erhitze und sowohl das gebildete Ammoniak und den freien Stickstoff im Gase als auch den Stickstoffgehalt im Destillationsrückstand ermittelte. Hierbei zeigte sich, daß nur Amidogruppen und substituierte Amidogruppen fähig sind, bei der pyrogenen Zersetzung Ammoniak abzuspalten. Daraus darf man schließen, daß auch der Stickstoff der Kohle in nämlicher Weise gebunden ist und daß die Muttersubstanz eiweißartigen Charakter hat. Durch Extraktionsversuche mit feingepulverter Saarkohle wurde ferner festgestellt, daß der Extrakt einen höheren Stickstoffgehalt hat als der extrahierte Rückstand. Viel schwieriger sind analoge Untersuchungen beim Koks, da hier der Stickstoff in sehr hitzebeständiger Verbindung enthalten ist, und zwar wahrscheinlich in Form von Kohlenstoffnitriden, worauf schon *Rau* und *Christie* hingewiesen haben. Auch diese Annahme fand eine Stütze durch die Versuche des Verfassers insofern, als es ihm durch Vergasung von Koks in einem Luftstrom mit genau bekanntem Wasserdampfgehalt und unter Anwendung eines heißkalten Rohres zum Absaugen der Gase gelang, über 89 % des Gesamtstickstoffs in Ammoniak zu überführen. S.

Über Siedepunktsbestimmung im Kapillarrohren von F. Emich; Wiener Monatshefte für Chemie, 38. Bd., S. 219 (1917). — Während die Chemiker in der *Schmelzpunktsbestimmung* im Kapillarrohren längst eine Arbeitsweise besitzen, die weitgehenden Anforderungen entspricht, was Bequemlichkeit der Ausführung und minimalen Substanzverbrauch anbelangt, erfordern *Siedepunktsbestimmungen* entweder größeren Materialaufwand oder eine verhältnismäßig komplizierte Apparatur. Ersteres gilt für die Anwendung der Fraktionierkölbchen, letzteres für die den Chemikern im allgemeinen wenig bekannte Methode von *Schleiermacher-Jones*. Verfasser hat diese zweitgenannte Methode in der Weise abgeändert, daß sie gleich einer Schmelzpunktsbestimmung im Kapillarrohr ausgeführt werden kann. Man bringt die (flüssige) Substanz zu

diesem Zweck in ein fein ausgezogenes Röhrchen (Dimensionen und Abbildung im Original), schmilzt in der Nähe der Spitze zu und erhitzt am Thermometer wie bei einer Schmelzpunktsbestimmung. Da beim Verschließen des Röhrchens in dessen Spitze eine winzige Gasblase verbleibt, tritt kein Siedeverzug ein: die Blase vergrößert sich zuerst langsam, dann schnell, und man notiert jene Temperatur als Siedepunkt, bei der der emporgehobene Tropfen in gleiche Höhe mit dem Spiegel der Badflüssigkeit gelangt ist. Das Verfahren gab gute Resultate bei Äthyläther, Chloroform, Äthylalkohol, Wasser, Äthylbromid, Anilin, Äthylbenzoat, Diphenyl und Quecksilber. — Ein Nachteil der Methode besteht darin, daß sie vorläufig nur für reine Substanzen angewandt werden kann.


Autoreferat.

Sekundärstrahlen und Härtegrad. Bei der Durchdringung von Röntgenstrahlen durch einen Körper entstehen drei Arten von Sekundärstrahlen, die sekundäre Betastrahlung, die Fluoreszenzstrahlung und die Streustrahlung, von denen die erste aus einem Elektronenstrom, die beiden letzten aus transversalen Ätherschwingungen von der Natur der Röntgenstrahlen bestehen. Die von Christen früher durchgeführte Ableitung für den Begriff der Halbwertschicht war unter der Voraussetzung gemacht worden, daß die Sekundärstrahlung gering und daher zu vernachlässigen sei. Nachdem man in der letzten Zeit zu extrem harten Röntgenstrahlen übergegangen ist, darf diese Vernachlässigung nicht mehr gemacht werden. Man muß in Zukunft zwischen drei verschiedenen Arten von Halbwertschichten unterscheiden: erstens der Halbwertschicht der reinen Absorption, so wie sie bisher definiert war, zweitens der hypothetischen Halbwertschicht reiner Streuung und drittens der aus beiden kombinierten Halbwertschicht, wie sie in der Praxis immer zu berücksichtigen ist. Christen gibt jetzt¹⁾ eine ausführliche mathematische Ableitung für diese Größen und zeigt, daß mit den gebräuchlichen Strahlenmeßmethoden nur die kombinierte Halbwertschicht meßbar ist. Es wird ferner gezeigt, welchen Einfluß die Streustrahlen auf die Dosis haben und wie infolgedessen auch die Größe und die Form des mit Röntgenstrahlen durchstrahlten Volumens von Einfluß auf die Wirkung der Röntgenstrahlen sind. Die Einzelheiten dieser Überlegung werden in der grundlegenden Arbeit in mathematischer Entwicklung ausführlich dargelegt.

P. Lg.

Neue geometrische Methode der röntgenologischen Fremdkörperlokalisation. F. Schilling gibt²⁾ eine neue Methode an, mit deren Hilfe es durch eine geometrische Konstruktion möglich ist, die Lage eines Fremdkörpers zu finden. Es werden zwei Aufnahmen gemacht, und zwar aus zwei Stellungen der Antikathode, die 10 cm in horizontaler Richtung voneinander entfernt liegen. Von oben hängen auf dem Körper des Patienten zwei Metallpendel herab, die den Körper in zwei Punkten berühren. Die beiden Fußpunkte der Lote sind durch einen Metalldraht, den „Basisdraht“, miteinander verbunden. Auf der Aufnahme erscheinen die Pendel, die Fußpunkte der Pendel und der Basisdraht neben den

anderen Einzelheiten doppelt auf der Platte. Durch geometrische Verbindung entsprechender Punkte auf der Platte läßt sich ein geometrisches Bild entwickeln, aus welchem die drei räumlichen Koordinaten x, y, z , die die Lage des Fremdkörpers definieren, geometrisch bestimmt werden können.

P. Lg. 

Über die Schärfe der Röntgenbilder und ihre Verbesserung. Die Unschärfe der Röntgenbilder rührt zu meist daher, daß die Röntgenstrahlen nicht nur von einem einzigen Fleck der Antikathode, sondern von einer ausgedehnten Fläche ausgehen. Regener (Münch. Med. Wochenschrift Nr. 47, S. 1518, 1917) schlägt eine Aufnahmemethode vor, mit der es gelingt, die Unschärfe des Bildes so zu vermindern, daß das Bild nach einer Richtung hin scharf wird. Dazu ist es nötig, die Röntgenröhre so zu neigen, daß die Aufnahme richtung nicht wie gewöhnlich im Winkel von etwa 45° zur Antikathodenfläche steht, sondern daß die Strahlen streifend aus der Antikathode austreten, daß also die Richtung des abbildenden Röntgenstrahles fast in die Antikathodenebene hineinfällt. Die Röntgenstrahlen werden auch in dieser Richtung noch in genügender Stärke ausgesandt. Eine Anzahl von Reproduktionen veranschaulichen die Verbesserungen in der Güte der Abbildung. Die Photographie eines Drahtnetzes zeigt bei gewöhnlicher Strahlenrichtung eine allgemeine Unschärfe, bei der neuen Strahlenrichtung eine gute Schärfe in der einen, eine unverändert mangelhafte in der dazu senkrechten Drahterstreckung. An anderen Beispielen ist der gleiche Effekt zu sehen. Von besonderem medizinischen Interesse ist die Aufnahme eines Knochens, bei der die Längsstruktur gut herausgekommen ist.

P. Lg.

Über scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in einfachen Röntgenbildern. Bei Röntgenbildern, die Köhler letzthin veröffentlicht hat, zeigen sich an den Schattenrändern von Unterarmen und Füßen mit großer Deutlichkeit helle Streifen, deren Herkunft zunächst rätselhaft erscheint. Walter (Fortschritte auf dem Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. 25, S. 88, 1917) weist darauf hin, daß ähnliche Lichtstreifen auch in der Optik bekannt und von E. Mach ausführlich besprochen worden sind. Es hat sich gezeigt, daß diese Machschen Streifen auf einer optischen Täuschung beruhen. Unter bestimmten Bedingungen treten sie in jedem Falle auf. Es muß nämlich in dem Bilde nach einer Seite hin ein Gefälle, d. h. eine allmähliche Zu- oder Abnahme der Helligkeit stattfinden und an der betreffenden Stelle ein plötzlicher Sprung des Gefälles vorhanden sein. Je nach der Richtung, in der sich das Gefälle ändert, tritt ein heller oder dunkler Streifen auf und je stärker der Sprung in der Helligkeitskurve ist, desto deutlicher treten sie auf. Walter zeigt, daß dasselbe auch bei Röntgenbildern der Fall ist. Er stellte sich aus einem mit „Wenjazit“ bezeichneten hartgummähnlichen Stoff verschiedene Körper einfacher Gestalt her, machte von ihnen Röntgenaufnahmen und zeigt, daß die gleichen Gesetzmäßigkeiten auch in den Röntgenaufnahmen zu finden sind. Bezüglich der Resultate muß auf die mitgeteilten Röntgenaufnahmen verwiesen werden. Das Ergebnis zwingt also dazu, das Auftreten von derartigen Streifenbildungen in Röntgenaufnahmen mit Vorsicht zu behandeln. Sie können naturgemäß leicht zu einer falschen Diagnose führen.

P. Lg.

¹⁾ Fortschritte auf d. Geb. der Röntgenstrahlen Bd. 25, S. 55, 1917.

²⁾ Fortschritte auf d. Geb. der Röntgenstrahlen Bd. 25, S. 32, 1917.

0

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 10.

8. März 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Speisefette und Speiseöle. Von *Dr. H. Kutteneuler*,
Elberfeld. S. 109.

Was sagen Jahresringbildung und Jahresring-
losigkeit des fossilen Baumwuchses über das
Klima der geologischen Perioden? Von *Dr.*
Wilhelm R. Eckardt, *Essen*. S. 114.

Besprechungen:

Ihering, A. v., Die Wasserkraftmaschinen und die
Ausnutzung der Wasserkräfte. Von *Th.*
Rümelin, *Berlin-Zehlendorf*. S. 116.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur Frage der Oelflecke auf Seen. Von *Agnes*
Pockels, *Braunschweig*. S. 118.

Physikalische Mitteilungen:

Wellenlänge der durchdringendsten Gamma-
strahlen. Röntgenstrahlen und Quantentheorie.
Das Spektrum des Quecksilberdampfes. Ab-
hängigkeit des Isolationswiderstandes und der
Dielektrizitätskonstante. Quantenbeziehung für
das Auftreten des Einlinienspektrums. S. 118—120.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Fachbuch für Aerzte, Band II

Praktische Unfall- und Invalidenbegutachtung

bei sozialer und privater Versicherung in Haftpflichtfällen

Von

Dr. med. Paul Horn

Privatdozent für Versicherungsmedizin an der Universität Bonn

Oberarzt am Krankenhause der Barmherzigen Brüder

Preis gebunden M. 9.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Technologie der Fette und Öle. Handbuch der Gewinnung und Verarbeitung der Fette, Öle und Wachsarten des Pflanzen- und Tierreichs. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von **Gustav Hefter**, Direktor der Aktiengesellschaft zur Fabrikation vegetabilischer Öle in Triest.

Erster Band: Gewinnung der Fette und Öle. Allgemeiner Teil. 1906.
Preis M. 20.—; in Halbleder gebunden M. 22.50.

Zweiter Band: Gewinnung der Fette und Öle. Spezieller Teil. Mit 155 Textfiguren und 19 Tafeln. 1908. Anastatischer Neudruck. Preis gebunden M. 45.—.

Dritter Band: Die Fett verarbeitenden Industrien. Mit 292 Textfiguren und 13 Tafeln. 1910. Anastatischer Neudruck. Preis gebunden M. 48.—.

Vierter (Schluß-) Band: Die Seifenfabrikation. In Vorbereitung.

Allgemeine und physiologische Chemie der Fette. Für Chemiker, Mediziner und Industrielle. Von **F. Ulzer** und **J. Klimont**, Mit 9 Textfiguren. 1906. Preis M. 8.—.

Die Chemie der trocknenden Öle. Von Dr. phil. **Wilhelm Fahrion**, Chemiker und Betriebsleiter in Höchst a. M. Mit 9 Textfiguren. 1911. Preis M. 10.—; gebunden M. 11.—.

Die Jodzahl der Fette und Wachsarten. Von Professor Dr. **M. Kitt** in Olmütz. 1902. Preis M. 2.40.

Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Ölen, Seifen und Glyzerinen sowie sonstigen Materialien der Seifen-Industrie. Herausgegeben vom Verband der Seifenfabrikanten Deutschlands. 1910. Anastatischer Neudruck. Preis kartoniert M. 2.40.

Untersuchung der Kohlenwasserstofföle und Fette, sowie der ihnen verwandten Stoffe. Von Prof. Dr. **D. Holde**, Abteilungsvorsteher am Kgl. Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde W., Dozent an der Technischen Hochschule zu Berlin. Fünfte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit etwa 120 Textfiguren. In Vorbereitung.

Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölbearbeitung. Von Dr. **L. Gurwitsch**, Laboratoriumschef bei der Verwaltung der Naphthaproduktionsgesellschaft Gebr. Nobel in St. Petersburg. Mit 12 Textfiguren und 4 Tafeln. 1913. Preis M. 9.—; gebunden M. 10.—.

Taschenbuch für die Mineralöl-Industrie. Von Dr. **S. Aisinman**. Mit 50 Textfiguren. 1896. Preis gebunden M. 7.—.

Anleitung zur Verarbeitung der Naphtha und ihrer Produkte. Von **N. A. Kwjatkowski**. Autorisierte und erweiterte deutsche Ausgabe von **M. A. Rakusin**. Mit 13 Textfiguren. 1904. Preis gebunden M. 4.—.

Deites Handbuch der Seifenfabrikation. Unter Mitwirkung von **Otto Spangenberg**, Chemnitz. Neu herausgegeben von Dr. **Walther Schrauth**, Privatdozent an der Universität Berlin. Erster Band: Hausseifen und Textilseifen und Seifenpulver. Vierte Auflage. Mit 90 Textabbildungen. 1917. Preis gebunden M. 16.—.

Zweiter Band: Toiletteseifen, medizinische Seifen und andere Spezialitäten. Dritte Auflage. Mit 85 Textabbildungen. 1912. Preis gebunden M. 11.—.

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

8. März 1918.

Heft 10.

Speisefette und Speiseöle.¹⁾

Von Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.

Schon die Tatsache, daß bei der Knappheit der Lebensmittel während des Krieges der Mangel an Fett am schwersten zu ertragen ist, erhellt die Bedeutung der Fette für die menschliche Ernährung. Über die Höhe der auf den Kopf der Bevölkerung in Deutschland während der Friedenszeit entfallenden Fettmenge lassen sich genaue Angaben nicht machen²⁾; jedenfalls aber waren wir bei unserer Fettversorgung sehr erheblich auf das Ausland angewiesen. So betrug im Jahre 1910 der Wert der

	Einfuhr	Ausfuhr
	Millionen M.	
an Butter	92,0	0,45
an sonstigen tierischen Fetten	122,9	8,3
an pflanzlichen Fetten	36,1	53,9
an Rohstoffen für pflanzliche Öle	318,1	6,3

Die aus dem Einfuhrüberschuß an diesen pflanzlichen Rohstoffen gewonnenen Ölmengen betrugen 1913 aus

Raps und Rübsen	etwa	50 500 t
Leinsaat und -mehl	„	166 900 t
Sesam	„	48 700 t
Baumwollsaamen	„	30 300 t
Erdnüssen	„	40 200 t
Sojabohnen	„	16 200 t
Palmkernen	„	114 300 t
Kopra	„	129 300 t

Dazu aus eigener Ernte aus

Raps und Rübsen	etwa	15 300 t
Leinsamen	„	2 500 t

Der Wert der hiervon für die menschliche Ernährung verwendeten Mengen betrug etwa 152 Millionen Mark, dagegen der für technische Zwecke verwendeten etwa 226,6 Millionen Mark.

Welche Bedeutung die Industrie der Fette und Öle für Deutschland hat, ergibt sich daraus,

¹⁾ Der Aufsatz berücksichtigt im wesentlichen die Verhältnisse, wie sie vor Ausbruch des Krieges waren.

²⁾ Die in Buchka, „Das Lebensmittelgewerbe“ Bd. I, S. 520, für 1907 gemachte Angabe von 24 kg ist unrichtig, da die inländische Buttererzeugung weniger als die Hälfte der angegebenen beträgt (vgl. weiter unten). Nimmt man aber diese mit 446 Millionen Kilogramm an, dann ergibt sich nach der betreffenden Zusammenstellung auf den Kopf ein Verbrauch von:

Butter (inländisch)	7 ³ / ₈ kg
„ (ausländisch)	4 ¹ / ₈ „
Schweineschmalz (ausländisch)	1 ¹ / ₈ „
Margarine	1 ¹ / ₈ „
Sonstige Fette und Öle	3 ³ / ₈ „
zusammen	15 kg

daß nach der Gewerbezahlung von 1907 die Zahl der Ölmühlen, Ölraffinerien, Pflanzenfettfabriken, Fleischereien, Molkereien, Butter- und Käsefabriken, Margarine- und Kunstspeisefettfabriken 99 288 mit 293 318 beschäftigten Personen betrug.

Von tierischen Fetten kommt für die menschliche Ernährung in erster Linie die Butter, dann Schweineschmalz (auch kurzweg Schmalz genannt), ferner Rinder- und Hammelfett sowie in geringerem Maße Gänse- und Pferdefett in Betracht. Die Fischtrane dienen bei uns durchweg nur zu medizinischen Zwecken, jedoch werden sie neuerdings, besonders während des Krieges, in steigenden Mengen nach vorheriger Härtung zur Herstellung von Margarine verwendet.

Die Butter wird nach dem althergebrachten Verfahren durch Bewegung des fettreichen — im Großen durch Zentrifugieren gewonnenen — Rahms und dadurch bewirkte Zusammenballung der Fetteilchen bereitet. Sie enthält im Mittel 10—18 % Wasser, 80—85 % Fett, daneben etwas Eiweiß, Milchzucker, Milchsäure und Salze. Das besonders in Süddeutschland bekannte Butterschmalz, auch Rindschmalz genannt, ist ausgelassenes, fast reines Butterfett. Die Milcherzeugung Deutschlands betrug 1907 schätzungsweise 22 000 Millionen Kilogramm¹⁾, wovon 11 900 Millionen Kilogramm zu Butter verarbeitet 446 Millionen Kilogramm Butter ergaben. Daneben haben wir eine fast ständig zunehmende Einfuhr an Butter. Sie betrug:

im Jahre 1880	5 001 t
„ „ 1890	8 903 t
„ „ 1900	16 636 t
„ „ 1907	39 535 t
„ „ 1908	34 514 t
„ „ 1909	44 780 t
„ „ 1910	42 101 t
„ „ 1911	56 054 t
„ „ 1912	55 553 t
„ „ 1913	54 239 t

im Werte von 119 Millionen Mark; dagegen ist die Ausfuhr sehr stark zurückgegangen und betrug im Durchschnitt der letzten Jahre wenig über 200 t. Als Herkunftsländer kommen hauptsächlich in Betracht: Österreich-Ungarn, Dänemark, die Niederlande und in stark steigendem Maße, mit mehr als der Hälfte der Einfuhr, das europäische und asiatische Rußland.

Zur Herstellung des Rinderspeisetalges, im Handel gewöhnlich „Premier jus“ genannt, werden

¹⁾ Von anderer Seite wird die jährliche Milcherzeugung zu 21 000 Millionen Liter oder etwa 21 600 Millionen Kilogramm angegeben, wovon etwa 40 % als solche verbraucht würden.

die Fettgewebe über freiem Feuer oder meist mittels Dampf bei möglichst niedriger Temperatur von etwa 54—60° ausgeschmolzen und das abgeschiedene Fett abgezogen und gereinigt. Um hieraus das hauptsächlich für die Herstellung besserer Margarinesorten dienende „Oleomargarin“ zu gewinnen, wird das geschmolzene Premier jus längere Zeit bei 26—27° gehalten und das dabei flüssig gebliebene Oleomargarin von dem ausgeschiedenen Palmitin und Stearin durch Abpressen getrennt. Der feste Rückstand, Preßtalg, wird teils auch zu Margarine, besonders im Sommer, teils zu technischen Zwecken verwendet. Die Ausbeute beträgt etwa 65 % Oleomargarin und 35 % Preßtalg.

In ähnlicher Weise wird das *Schweineschmalz* gewonnen, wobei in Nordamerika, dem Haupterzeugungslande, alle fetthaltigen Teile des Schweines ausgeschmolzen werden. In geringem Maße wird auch dieses in „Schmalzöl“ und festes „Schmalzstearin“ getrennt. Je nach den Teilen des Schweines, aus denen das Fett stammt, sowie dem Grade der Reinigung werden im Handel noch verschiedene Sorten unterschieden.

Auch der *Hammeltalg* findet zur Herstellung von Margarine Verwendung, wenn auch wegen seines eigentümlichen, etwas unangenehmen Geruches nicht zu den besten Sorten. Die Einfuhr betrug:

	an Schweineschmalz	an Talg von Rindern u. Schafen, Premier jus, Oleomargarin, Preßtalg
im Jahre 1880 . . .	54 599 t	—
„ „ 1890 . . .	91 247 t	—
„ „ 1900 . . .	101 623 t	49 208 t
„ „ 1907 . . .	104 805 t	59 145 t
„ „ 1908 . . .	108 702 t	45 169 t
„ „ 1909 . . .	93 786 t	50 016 t
„ „ 1910 . . .	58 388 t	58 188 t
„ „ 1911 . . .	96 524 t	59 233 t
„ „ 1912 . . .	106 122 t	65 629 t
„ „ 1913 . . .	107 387 t	73 538 t

im Werte von . . . 119 Mill. M. 67 Mill. M., wogegen die Ausfuhr verschwindend ist. Die Herkunftsländer des Schweineschmalzes sind hauptsächlich die Niederlande, Serbien, Dänemark und vor allem die Vereinigten Staaten von Nordamerika; als Lieferer der übrigen Fette sind eine größere Anzahl Länder von Bedeutung, wie Schweden, Dänemark, Großbritannien, Niederlande, Frankreich, Österreich-Ungarn, China, Australien, Süd- und Nordamerika. Die eingeführten Mengen Schweineschmalz und Talg finden hauptsächlich Verwendung zur Herstellung von Margarine und Kunstspeisefett.

Die Herstellung der *Margarine*, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, besteht im wesentlichen aus einer Emulgierung von geschmolzenen tierischen, oder neuerdings in steigendem Maße von pflanzlichen Fetten mit Milch, unter Zusatz verschiedener Stoffe, wie Zucker und Ei-

gelb — die Bräunen und Schäumen wie bei Butter bewirken —, Farbstoff, Salz und Frischhaltungsmitteln.

Kunstspeisefett wird erhalten durch Mischen und Geschmeidigmachen von Fetten, wobei besonders Kokosfett Verwendung findet.

Die für den menschlichen Genuß bestimmten tierischen Fette, mit Ausnahme der Butter, sowie die aus ihnen hergestellten Erzeugnisse unterliegen seit 1903 auf Grund des Fleischbeschaugesetzes bei der Einfuhr in das Reich einer eingehenden amtlichen Untersuchung. An Schweineschmalz, Rindertalg, Premier jus, Oleomargarin, Margarine, Kunstspeisefett und sonstigen Fetten warmblütiger Tiere wurden

	zur Untersuchung gestellt	freiwillig zurückgezogen	beanstandet
1909 . . .	133 527 t	78,5 t	663,1 t
1910 . . .	110 251 t	233,8 t	662 0 t
1911 . . .	143 933 t	561,7 t	679,0 t
1912 . . .	157 317 t	715,9 t	745,8 t

Seit 1910 wird auch die zur Einfuhr gelangende Butter einer chemischen Untersuchung unterzogen.

Die Herstellung von Margarine und Pflanzfetten hat in Deutschland einen riesigen Aufschwung genommen, so daß es darin den ersten Platz einnimmt. Demnach ist die Einfuhr in diesen Erzeugnissen recht gering, während die Ausfuhr ständig zunimmt. Es betrug an Margarine, verarbeitetem Oleomargarin und pflanzlichem Talg zum Genuß:

im Jahre . .	1911	1912	1913 ¹⁾
die Einfuhr . .	98	70	80 t
im Werte von . .	117	62	76 Tausend M.
die Ausfuhr . .	17 656	42 835	53 121 t
im Werte von . .	15 927	35 796	50 624 Tausend M.

Die *pflanzlichen Fette und Öle* werden aus den zunächst gründlich gereinigten und gemahlten fettreichen Samen und Fruchtkernen nach zwei verschiedenen Verfahren gewonnen, entweder durch Auspressen oder durch Ausziehen mit leichtflüchtigen Lösungsmitteln, wie Benzin, Schwefelkohlenstoff u. dgl. Das Auspressen geschieht mittels hydraulischer Pressen, entweder kalt oder nach vorherigem Anwärmen und entweder in einer oder in mehrfach wiederholten Pressungen. Das beste Speiseöl liefert die erste kalte Pressung, während durch das Anwärmen Farbe, Geruch und besonders Geschmack des Öles leiden, wogegen allerdings eine höhere Ausbeute erzielt wird. Das Öl der Nachpressungen sowie das durch Lösungsmittel gewonnene, das auch fremde Geruchs- und Farbstoffe sowie lösliche, harzartige Stoffe enthält, dient meist nur zu technischen Zwecken. Die so gewonnenen Rohöle müssen für Speisezwecke noch durch physikalische und chemische Verfahren, wie Absetzenlassen, Ausschleudern oder Abfiltrieren der Verunreinigungen,

¹⁾ Nur pflanzlicher Talg zum Genuß.

Bleichen, Entsäuern usw. genußfähig gemacht werden. Die bei der Pressung zurückbleibenden „Preßkuchen“, die noch etwa 5—10 % Öl enthalten, sowie die ausgezogenen „Mehle“, die Spuren bis höchstens 5 % Öl enthalten, bilden ein wertvolles Kraftfutter, oder werden auf eiweißhaltige Nährstoffe verarbeitet.

Von pflanzlichen Fetten und Ölen kommen für die menschliche Ernährung hauptsächlich in Betracht:

Oliveöl, Baumöl, aus dem Fruchtfleisch des Ölbaumes (*Olea europaea*), das feinste Speiseöl, das in verschiedenen Sorten, von denen das Jungferöl die beste ist, aus Frankreich (Provenceröl) und Italien eingeführt wird;

Erdnußöl, Arachisöl, aus den unterirdischen Früchten von *Arachis hypogaea*, das hauptsächlich aus Britisch-Indien und Westafrika zur Einfuhr gelangt;

Aprikosenöl, Pfirsichkernöl und Mandelöl, die besonders in der Feinbäckerei Verwendung finden;

Rüböl und Senföl aus den Samen verschiedener Brassica- bzw. Sinapisarten, Maisöl aus den Keimen des Maiskornes, Sojabohnenöl aus den Samen des Sojabohnenstrauches (*Soja hispida*), das hauptsächlich aus China und der Mandschurei stammt;

Sesamöl aus den Samen von *Sesamum indicum* und *Sesamum orientale*, das hauptsächlich aus Britisch-Indien, China und der Türkei eingeführt wird;

Baumwollsaamenöl, Kottonöl, aus den Samen der Baumwollstaude *Gossypium*, dessen Einfuhr hauptsächlich von Ägypten und Nordamerika bestritten wird;

Bucheckernöl aus den Früchten der Buche, Leindotteröl aus den Samen der Leindotterpflanze, *Camelina sativa*;

Leinöl aus den Samen des Flachses oder Leins (*Linum usitatissimum*); die Einfuhr an Leinsaat stammt hauptsächlich aus Argentinien, Britisch-Indien, Rußland, Nordamerika;

Mohnöl aus den Samen des Mohns (*Papaver somniferum*), aus Britisch-Indien, Rußland und der Türkei stammend;

Sonnenblumenöl aus den Samen von *Helianthus annuus*;

Walnußöl aus den Walnüssen von *Juglans regia*;

Palmkernfett aus den Samenkernen der Ölpalme (*Elaeis*) und Palmfett, aus deren Fruchtfleisch, hauptsächlich aus Westafrika eingeführt;

Kokosfett aus den Kokosnüssen von *Cocos nucifera*, deren getrockneter Inhalt, im Handel Kopra genannt, besonders aus Ceylon, Niederländisch- und Britisch-Indien eingeführt wird;

Kakaofett als Nebenerzeugnis der Herstellung von Kakaopulver aus den Samen des Kakaobaumes, *Theobroma Cacao*, hauptsächlich aus Westafrika, Mittel- und Südamerika stammend;

Sheafett (Karitébutter) aus den Samen des

Sheabaumes, *Butyrosperma (Bassia) Parkii* in Nordafrika (Senegambien). Mowrahfett aus den Samen verschiedener Bassiaarten. Stillingiatalg (Chinesischer Talg) hauptsächlich als Auflagerung der Samenschalen des Talgbaumes, *Stillingia sebifera*.

Von einiger Bedeutung ist noch das Adjabfett von *Mimusops*, der Enkubang-(Borneo-)Talg, Malukangbutter, Dikafett von *Irvingia gabonensis* und Djavefett aus Kamerun.

Die Bedeutung einiger dieser Fette, bzw. ihrer Rohstoffe, für unseren Handel erhellt aus folgenden Zahlen.

Es betrug im Jahre	1911		1913	
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
	in Tonnen			
Leinsaat (und -mehl)	276 102	6 344	560 428	4 232
Leinöl.	2 865	3 223	—	—
Mohn- und Sonnenblumensamen	26 711	—	20 586	—
Raps, Rübsen	134 453	6 983	153 427	4 982
Rüböl.	765	6 275	—	—
Sesam	101 671	—	116 039	—
Sesamöl	834	—	1 206	16 205
			mit Erdnußöl	
Baumwollsaamen	155 785	1 497	219 797	810
Baumwollsaamenöl	21 673	—	16 280	—
Baumöl	2 513	—	2 285	150
Erdnüsse	70 137	43	98 085	—
Erdnußöl	533	—	—	—
Sojabohnen, Elipse, Sheanüsse, Mowrahsaat usw.	—	—	125 750	—
Palmfett	12 889	—	15 072	40
Palmkerne	250 453	43	235 921	—
Palmkernfett	164	38 858	49	28 954
Kopra	147 960	1 365	196 598	658
Kokosfett	2 283	8 905	594	24 876
Kakaobutter	67	3 611	24	2 012

Da der Bedarf an Speisefetten, besonders für die Herstellung von Margarine und Kunstspeisefett, ständig zunimmt, wurden in den letzten Jahren noch eine Reihe anderer Pflanzenfette für diese Zwecke vorgeschlagen und auf ihre Brauchbarkeit und Gesundheitsunschädlichkeit untersucht und die chemischen und physikalischen Kennzahlen für ihren Nachweis festgestellt. Weil nun durch unsere Feinde die Einfuhr ausländischer, tropischer Fette und ihrer Rohstoffe unterbunden ist, haben wir während des Krieges mehr und mehr auf einheimische Fettquellen zurückgreifen müssen. Hierfür kommen in Betracht oder sind vorgeschlagen: Fett von besonderen Hefearten erzeugt, aus frischen Knochen, Getreidekeimen, Linden-, Ahorn-, Ulmenfrüchten (diese liefern ein dem Kokosfett ähnliches Fett), Kastanien, Walnüssen, Haselnüssen, Trauben-, Johannisbeer-, Heidelbeer-, Preiselbeerkernen, Steinobstkernen, Fichtensamen, Spargelsamen

usw. Unzulässig und ausgesprochen gesundheits-schädlich ist aber die während des Krieges häufig beobachtete Verwendung von Mineralöl zu Speise-zwecken. Bei den einheimischen Fetten handelt es sich nur um verhältnismäßig sehr geringe Mengen, so daß unsere Abhängigkeit vom Auslande in der Fettversorgung bestehen bleibt.

Nach Herkunft, physikalischer Beschaffenheit und chemischer Zusammensetzung ergibt sich folgende Einteilung der Fette und Öle:

I. Tierische Fette:

1. Feste Fette, nur von Landtieren stammend: Butterfett, Schweineschmalz, Rinderfett, Hammelfett, Gänsefett, Pferdefett.
2. Flüssige Öle:
 - a) von Landtieren stammend, enthalten vorwiegend Ölsäure und zeigen Jodzahlen unter 80: Talgöl, Schmalzöl;
 - b) von Seetieren (Trane) mit hohem Gehalt an ungesättigten Fettsäuren: Dorschlebertran, Robbentran, Walfischtran.

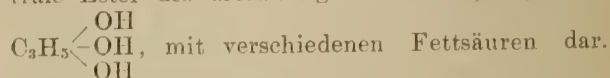
II. Pflanzliche Fette:

1. Feste Fette:
 - a) mit hohem Gehalt an niedrig schmelzenden, mit Wasserdampf flüchtigen Fettsäuren: Kokosfett, Palmkernfett;
 - b) mit hohem Gehalt an hochschmelzenden nichtflüchtigen Fettsäuren: Palmfett, Kakaobutter, Muskatbutter, Japantal, Dikafett, Stillingiafett, Mowrahfett, Sheafett, Mkanifett, Malabartalg, Bomeotalg.
2. Flüssige Öle:
 - a) nichttrocknende, mit Jodzahlen unter 100: Olivenöl, Mandelöl, Haselnußöl, Erdnußöl;
 - b) halbtrocknende, mit Jodzahlen von etwa 100 bis 130: Rüböl, Sesamöl, Baumwollsaamenöl, Maisöl, Bucheckernöl, Sojabohnenöl, Leindotteröl, Senföl;
 - c) trocknende Öle, mit Jodzahlen über 130: Sonnenblumenöl, Mohnöl, Walnußöl, Leinöl.

In ihrem *physikalischen Verhalten* sind sich alle Fette und Öle sehr ähnlich. Bei gewöhnlicher Temperatur sind sie fest, weich, oder tropfbar flüssig und werden bei zunehmender Temperatur flüssig bzw. leichtflüssiger; der Schmelzpunkt liegt bei allen unter 100°C und wird beeinflußt von der Tiefe der vorhergehenden Abkühlung. Auf Papier erzeugen sie die bekannten durchscheinenden Fettflecken, die auch beim Erwärmen nicht verschwinden — im Gegensatz zu den Petroleumflecken. In Wasser sind sie unlöslich oder bilden höchstens schwache Emulsionen; dagegen sind sie mehr oder weniger leichtlöslich in Äther, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Benzin, Petroläther, schwer löslich in Alkohol, etwas leichter beim Erwärmen. Ihr spezifisches Gewicht ist

geringer als das des Wassers und liegt etwa zwischen 0,9 und 0,97 bei 15° . Sie sind größtenteils optisch inaktiv, d. h. sie drehen die Ebene des polarisierten Lichtes nicht oder doch sehr gering.

Der *chemischen Zusammensetzung* nach, deren Erforschung einen gewissen Abschluß erreicht hatte, in den letzten Jahren aber wieder erneut aufgenommen und bedeutend gefördert wurde, stellen die Fette und Öle im wesentlichen neutrale Ester des dreiwertigen Alkohols, Glycerin:



Daneben enthalten sie meist noch freie Fettsäuren, so daß der gesamte Gehalt an Fettsäuren etwa 92—95 % beträgt. Die bei weitem vorwiegenden Fettsäuren sind die Palmitinsäure $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$, die Stearinsäure $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ und die ungesättigte Ölsäure $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$, die besonders in den flüssigen Ölen enthalten ist. Außerdem kommen noch eine große Anzahl gesättigter Fettsäuren vor, wie:

Buttersäure $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	..	hauptsächlich in Butter	
Capronsäure $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	..	" "	} Butter und Kokosfett
Caprylsäure $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$..	" "	
Caprinsäure $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$	..	" "	} Kokosfett und Lorbeeröl
Laurinsäure $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$..	" "	
Myristinsäure $\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$	..	" "	} Kokosfett und Muskatbutter
Arachinsäure $\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}_2$..	" "	
Lignocerinsäure $\text{C}_{24}\text{H}_{50}\text{O}_2$	..	" "	} Erdnußöl

ferner Vertreter der Ölsäurereihe, wie die Eruksäure $\text{C}_{22}\text{H}_{42}\text{O}_2$ in Rüböl, und der noch stärker ungesättigten Reihe der Linolsäure ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$) und der Linolensäure ($\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$) in den halbtrocknenden und trocknenden Ölen und Tranen. Weiterhin ist noch im Rizinusöl die Dioxystearinsäure $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_4$ und die Rizinolsäure $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_3$ nachgewiesen worden, sowie in dem von Hydnocarpusarten stammenden giftigen Cardamonöl, das die bekannten Margarinevergiftungen im Jahre 1910 hervorgerufen hatte, die giftigen Hydnocarpus- und Chaulmugrasäure $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$. Diese zeichnen sich durch eine starke optische Aktivität aus, und zwar beträgt die spezifische Drehung $[\alpha]_{\text{D}}^{20}$ bei der Chaulmugrasäure $+61,8^{\circ}$ und bei der Hydnocarpussäure $+70,0^{\circ}$.

Früher nahm man, besonders auf Grund der Untersuchungen von *Chevreul* an, daß die Fette und Öle nur aus Gemischen einfacher Triglyceride zusammengesetzt seien, d. h. aus solchen, bei denen alle drei Hydroxyl(OH)gruppen des Glycerins durch dasselbe Säureradikal ersetzt sind, also Tripalmitin, Tristearin, Triolein usw. In den letzten Jahren sind aber durch verschiedene Forscher auch gemischte Glyceride nachgewiesen worden, wie Oleodistearin in Kakaobutter und Mkanifett, Palmitodistearin und Stearodipalmitin in Butter, Rinds- und Hammeltalg sowie in Schweineschmalz, in dem Tristearin nicht gefunden wurde. Eine eingehende Untersuchung von Kokosfett ergab das Vorhandensein von Caprylolauromyristin (etwa $\frac{3}{4}$ des Fettes), Myristodi-

(Schluß folgt.)

Was sagen Jahresringbildung und Jahresringlosigkeit des fossilen Baumwuchses über das Klima der geologischen Perioden?

Von Dr. Wilh. R. Eckardt,

Wetterdienstleiter und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium Essen.

Über die Jahresringbildung, bzw. Jahresringlosigkeit der vorweltlichen Holzgewächse und die Bedeutung dieser Erscheinungen für die Beurteilung der geologischen Klimate hat in neuerer Zeit W. Gothan¹⁾ eine Reihe sehr beachtenswerter Untersuchungen angestellt. Die Ergebnisse dieser sind jedoch nicht ohne Widerspruch geblieben. Nachdem schon M. Semper²⁾ einige Bedenken gegen die absolute Richtigkeit der Ansichten Gothans geäußert hatte, ist es vor allem E. Antevs, der in einer soeben, allem Anschein nach auf Anregung von A. G. Nathorst verfaßten größeren Schrift³⁾ zu beweisen sucht, daß die Ansicht Gothans „jeglichen realen Grundes entbehrt, aufgebaut wie sie ist auf mangelhafter Kenntnis und unrichtiger Annahme von der Jahresringbildung sowie von den periodischen Vorgängen der Pflanzen überhaupt“, und zwar nach Antevs vor allem aus dem Grunde, weil Gothan die Jahresringverhältnisse in den verschiedenen Klimazonen der Gegenwart nur oberflächlich berührt.

Nach Gothans eigenen Worten besteht hingegen kein Zweifel darüber, „daß die Jahresringfrage in der Klimaproblemforschung der Vorzeit eine äußerst wichtige Rolle spielt, da wir es in ihr mit einem physiologischen Faktor zu tun haben, dessen Entstehungsbedingungen wir heute noch an lebenden Gewächsen zu studieren in der Lage sind.“ Wir wollen daher im folgenden zusehen, ob die bisherigen Forschungsergebnisse der Geologie und Palaeophytologie⁴⁾ im Verein mit den botanischen Untersuchungen an Holzgewächsen der Gegenwart der Auffassung Gothans in allen Punkten Recht geben, und inwieweit etwa die von

Antevs dagegen geäußerten Bedenken berechtigt sind.

Was den palaeozoischen Holzwuchs anlangt, so betont Gothan, daß wenn an diesem Jahresringbildungen einmal mit einiger Regelmäßigkeit aufzutreten scheinen, es sich nur um dürftige Andeutungen handle, die sich in keiner Weise mit deutlicher Zuwachszonenbildung, wie sie etwa vom Jura ab auftritt, irgendwie vergleichen ließen; oft beruhten die Angaben auch auf bloßen Täuschungen optischer Art. Trotzdem genügen diesem Forscher solche höchstens „stellenweise“ und „ausnahmsweise“ im Palaeozoikum auftretenden Jahresringbildungen, um zu zeigen, daß die betreffenden palaeozoischen Gewächse in der Lage gewesen seien, auf periodische Wachstumsstörungen in derselben Weise zu reagieren, wie die späteren und heutigen Bäume. Nach ihrem Holzbau zu urteilen, könne man auch gar nichts anderes erwarten. „Wenn man etwa auf Grund niedriger Organisation ein Nichteintreten dieser Reaktion vermutet, so ist das schon aus dem Grunde ungerechtfertigt, weil dann erst nachgewiesen werden müßte, daß die Ausbildungsmöglichkeit von Jahresringen für die Gewächse einer höheren Organisation entspricht. Weshalb gerade von den Gewächsen in dieser Weise reagiert wird, ist aber unklar; wir wissen nur, daß es so ist.“ Und weiter sagt Gothan: „Wieweit die Klimasensibilität unserer Karbonflora reichte, dürfte auf Grund ihrer niederen Stellung im System . . . schwer zu sagen sein.“

Wie man sieht, enthält die Gothansche Ansicht selbst sehr viel Hypothetisches, ganz abgesehen davon, daß sie einige wenige, geradezu verschwindende Ausnahmen, die noch nicht einmal in ihrem Wesen und noch weniger hinsichtlich ihrer Ursachen richtig erkannt sind, auf dem Wege eines doch gewiß sehr gewagten Analogieschlusses zu erklären sucht. Nach alledem fürchten wir daher, daß sich auf Grund der Jahresringlosigkeit der palaeozoischen Bäume, insonderheit des karbonen Holzwuchses, allein nichts Positives aussagen läßt über das Klima der Steinkohlenperiode. Dennoch können wir einen mehr als genügenden Schluß auf das Klima dieser Periode ziehen, und zwar auf Grund der Untersuchungen und Erwägungen Potoniés⁴⁾, wonach das Klima der Steinkohlenperiode, wenn nicht höchstwahrscheinlich tropisch, so doch auch in der kühleren Jahreszeit genügend warm war, um das ganze Jahr hindurch den Bäumen eine Vegetationszeit zu gewähren. Wir vermögen demnach erst auf Umwegen zu der Erkenntnis zu gelangen, daß die Jahresringlosigkeit der karbonen Holzgewächse sich als ein Zeichen für ein warmes Klima deuten lassen kann. Daran vermag auch der Einwand Gothans nichts zu ändern, der dahin geht, daß angesichts der vermeintlichen Identität des Dickenwachstums der

¹⁾ Naturwissenschaftliche Wochenschrift. N. F. Bd. 3, 1914, S. 913/17; Bd. 7, 1908, S. 218; Bd. 10, 1911, Nr. 28 und 42. — Abhandlg. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt, N. F. Heft 44, 1905. — Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt Bd. 29, 1908, Tl. 2, Heft 2.

²⁾ Vgl. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 7. Bd. Jena 1912, S. 462/63.

³⁾ „Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator.“ Progressus Rei Botanicae, hsg. v. d. Association Internationale des Botanistes red. von Dr. J. P. Lohs. 5. Bd. Jena 1917, S. 285/386. Vgl. auch den Aufsatz von Ernst Antevs: „Das Fehlen resp. Vorkommen der Jahresringe in palaeo- und mesozoischen Hölzern und das klimatische Zeugnis dieser Erscheinungen.“ Geologiska Föreningens i Stockholm Föreläsningar. Mars 1916, S. 212/219.

⁴⁾ Palaeophytologie = Kunde von den Gewächsen der geologischen Vergangenheit. Was die übrigen wenigen Fachausdrücke dieses Aufsatzes anlangt, wolle man die in dem Aufsatz des Verfassers: „Über die permokarbonen Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem“ in „Die Naturwissenschaften“, 5. Jg. 1917, Heft 29, S. 482/488, gegebenen Erklärungen nachsehen.

⁴⁾ Die Tropen-Sumpflachmoor-Natur der Moore des Produktiven Karbons. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt f. 1909, Bd. 30, Tl. I, Heft 3.

palaeozoischen Holzgewächse mit dem gegenwärtigen Holzwuchs die notwendigen Schlüsse auch auf das Klima zu ziehen seien, wenn diese nicht in der Luft schweben sollen. Wir glauben vielmehr, daß es weit besser ist, diesen übereilten Schluß, zu dem sich *Gothan* verstiegen, nicht ohne weiteres zu ziehen.

Wenn wir nun auf Umwegen auf Grund der Untersuchungen *Potoniés* zu der Überzeugung gelangen können, daß die karbonen Holzgewächse jedenfalls deshalb im allgemeinen keine Zuwachszonen bildeten, weil sie es vom Klima aus nicht nötig hatten, so werden wir doch vor ein neues Rätsel gestellt, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß sowohl der karbonen Holzwuchs mittlerer wie auch polarer Breiten nach den bisherigen Funden sich gleich verhielt, indem hier wie dort keine Zuwachszonenbildung zu erkennen ist. Hätte in der Karbonzeit die Erdachse genau senkrecht auf der Sonnenbahn gestanden, dann hätte Spitzbergen ewige Nacht gehabt haben müssen und Landpflanzen hätten dort überhaupt nicht existieren können, denn wohl nur durch die Lichtstrahlen der Sommerperiode war dort Pflanzenwuchs möglich. Nun scheint ja zwar die Lage der Erdpole keine feste im Laufe der Erdgeschichte gewesen zu sein, denn ich habe an anderer Stelle¹⁾ gezeigt, daß die permokarbene Glazialzeit nur durch eine Polverlagerung, bzw. durch Verschiebungen großer Ländergebiete in höhere Breiten ihre Erklärung finden kann. Sich ohne weiteres zu der gleichen Annahme versteigen zu wollen, daß auch die Eigentümlichkeiten der Karbonflora nur durch solche Verlagerungen, und zwar in niedrigere Breiten, ihre Erklärung finden könnten, wäre aber dennoch verfrüht und angesichts der „weltweiten“ Verbreitung der echten Karbonflora wohl auch falsch, so lange wir nicht auch andere Erklärungsmöglichkeiten erwägen, die der Logik des Kausalnexus unseres Gegenstandes besser gerecht werden.

Die Eigentümlichkeit, daß der palaeozoische Baumwuchs selbst in der Polarzone im allgemeinen keine Jahresringe bildete, dürfte nach *E. Antevs* vielmehr lediglich dem Umstande zugeschrieben sein, daß die palaeozoischen und frühpermischen Bäume zu einem rhythmischen Dickenwachstum unter den Verhältnissen, in denen sie lebten, nicht fähig waren²⁾, denn wie *Halle*³⁾ wohl

mit vollem Recht vermutet, hätte sonst die monatelange Polarnacht auch trotz einer sehr hohen Wintertemperatur eine Ruheperiode für das Pflanzenleben mit sich bringen müssen, während oberkarbonische und frühtriassische *Araucariten* Stämme Spitzbergens keine Spur einer Jahresringbildung zeigen, obwohl doch die permokarbene Eiszeit entweder zum Teil gleichzeitig war, oder doch ihre letzten Nachwehen in den hohen Breiten noch hätte geltend machen müssen.

Zwar können wir die Wachstumseinflüsse der Polarnacht auf die Bäume heute nicht mehr mit eigenen Augen feststellen, da in der Gegenwart in so hohen Breiten kein Baumwuchs mehr vorkommt⁴⁾. Doch könnte selbst die Möglichkeit einer solchen Feststellung für unsere Frage auch nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, da wir ja über die Eigentümlichkeiten des Holzwuchses *palaeozoischer* Bäume in dieser Hinsicht doch keine Gewißheit erlangen könnten, weil sie gänzlich ausgestorben sind und auch nirgends auf der Erde lebende baumförmige Analoga hinterlassen haben.

Wenn wir also bedenken, daß Jahresringe in den ältesten Perioden des Baumwuchses eine große Seltenheit sind und eine geographische Anordnung nach klimatischen Zonen nicht erkennen lassen, indem nicht einmal bei allen von *Halle* auf den Falklandsinseln gesammelten permischen Hölzern trotz der Nachwehen der permokarbonen Eiszeit Jahresringe zu finden sind, so dürfen wir wohl mit *Antevs* annehmen, daß die Holzgewächse damals, wie auch in der Gegenwart, sich spezifisch verschieden verhielten in bezug auf die periodischen Erscheinungen. Muß man doch nach *K. Metzger*²⁾, der die Zuwachszonenbildung hauptsächlich von mechanischen Gesichtspunkten aus erklärt, bei den jahresringbildenden Holzgewächsen in erster Linie eine Fähigkeit voraussetzen, während verschiedener Teile der Vegetationsperiode verschiedenartige Elemente abzusetzen. Diese Fähigkeit wird aber *teils durch rein innere Ursachen*, teils durch verschiedene Faktoren, die in letzter Hand ihren Grund in der Klimaperiodizität haben, ausgelöst. „Heutzutage gestaltet sich die Sache ja so, daß derselbe Prozeß, der bei der einen Art zustande kommt, oder deutlich periodisch wird, bei einer kaum nennenswerten Klimaperiodizität, bei einer anderen Art erst bei einem scharfen Gegensatz zwischen Winter und Sommer oder Regen- und Trockenzeit, oder aber unter keinen Umständen zum Ausdruck kommt (*Antevs*).“ Aus dem Fehlen der Zuwachszonen kann

¹⁾ Nach von mir selbst experimentell vorgenommenen Untersuchungen, indem ich verschiedene immergrüne, z. T. mediterrane Holzgewächse einer viermonatlichen, mäßig temperierten künstlichen „Polarnacht“ während eines Winters aussetzte, ist es mehr als wahrscheinlich, daß vorweltliche Bäume die wirkliche Polarnacht ohne jeden Schaden ertrugen.

²⁾ Über das Konstruktionsprinzip des sekundären Holzkörpers. Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtsch. Ref. im Bot. Centralblatt, Bd. 113, S. 161.

⁴⁾ „Über die permokarbene Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem“ in „Die Naturwissenschaften“. 5. Jg. 1917, Heft 29, S. 482/88.

²⁾ Diese Auffassung hatten sowohl *J. Walther* in seiner „Geschichte der Erde und des Lebens“ (Leipzig 1908), wie auch der Verfasser dieses Aufsatzes (vgl. *W. R. Eckardt*, „Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart“, Braunschweig 1909 und „Palaeoklimatologie“, Sammlung Götschen 1910) vertreten; ihr war aber von *W. Gothan* (vgl. Naturwiss. Wochenschrift, 1911, Nr. 28 und 42) heftig widersprochen worden.

³⁾ „On the Geological Structure and History of the Falkland Islands.“ Bull. Geol. Instit. Univ. Upsala. Bd. 17, 1911.

man daher nach *Antevs* in keiner Weise auf ein ununterbrochenes Wachstum und ein gleichförmiges Klima schließen.

Sehr bemerkenswert ist aber die Tatsache, daß auch in der ersten Zeit des Mesozoikums, zum Teil bis in die Juraperiode hinein, sogar in recht hohen Breiten Jahresringe bei den Holzgewächsen nicht selten schwach oder gar nicht zu unterscheiden sind. Sehr treffend bemerkt daher *Antevs*, daß *Gothan* zu wenig Gewicht auf die Angaben von schwacher Jahresringbildung oder Jahresringlosigkeit aus dieser Zeit unter mittleren und höheren Breiten gelegt habe, denn sie seien doch von sehr großer Bedeutung, und zwar meiner Meinung nach vor allem deshalb, weil die Beziehungen zwischen Klima und Jahresringbildung im allgemeinen wohl dann erst engere und deutlichere werden konnten, als das Klima mit seinen jahreszeitlichen Schwankungen genügend lange auf einen bestimmten Pflanzenwuchs gewirkt hatte. Mit anderen Worten: es traten an die Stelle der palaeozoischen Bäume, die die ersten Holzgewächse waren, allmählich andere, die sich im allgemeinen dem Wechselklima immer besser anpaßten, bis am Ende der Kreideperiode im großen und ganzen die heutigen Zustände erreicht waren. War doch, gleichwie *Gothan* der Meinung ist, auch nach *Antevs* das Auftreten deutlicher Jahresringe am frühesten im Gondwanaland wohl kaum ein Zufall, sondern rührte sicherlich von der hier im Zusammenhang mit der Vereisung herrschenden niedrigeren Temperatur her, durch welche die Ruheperiode der Pflanzen mehr ausgeprägt wurde. „Ein beitragender Faktor kann natürlich in dem Vorkommen von Holzpflanzen mit einer niedrigeren Reizungsschwelle für Jahresringbildung gelegen haben.“ War doch auch der permische Pflanzenwuchs bereits vielfach ein anderer als der karbone und näherte sich zum Teil schon mehr den mesozoischen Gewächsen.

Das Wichtigste ist aber, gleichwie wir das beim Palaeozoikum kennen gelernt haben, auch für die Beurteilung des Klimas der ersten Hälfte des Mesozoikums der Umstand, daß auch hier nicht die Jahresringbildung als ein Klimaindikator herangezogen werden darf, sondern die bereits von *Gothan* hervorgehobene und in dieser Hinsicht sehr richtig gewürdigte geographische Verbreitung der Nadelbäume. Denn wir finden in dieser Zeit ausschließlich Abietineen unter den höchsten Breitengraden, wie in Spitzbergen und König-Karls-Land, und einen größeren oder kleineren Prozentsatz der mehr tropischen oder subtropischen Araucarien in mittleren und niedrigeren Breiten.

Bezüglich der immer deutlicher und allgemeiner auftretenden Jahresringbildung in Jura und Kreide usw. können wir auf die Ausführungen *Gothans* verweisen, allerdings mit dem gleichen Vorbehalt, daß auch für diese Perioden die Bedeutung des Jahresringes für die Beurteilung

des Klimas von untergeordneter Bedeutung ist, daß an dessen Stelle in dieser Hinsicht vielmehr auch hier der Charakter der Flora und der Vegetation zu treten hat, wie das vor allem *Brockmann-Jerosch*¹⁾, z. B. für die Tertiärzeit, sehr schön gezeigt hat.

Besprechungen.

Ihering, A. v., Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnutzung der Wasserkräfte. Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“. Zweite Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. 84 S. und 57 Abbildungen. Preis M. 1,25.

Der technische Wissenschaftszweig der Wasserkraftanlagen ist, das lehrt schon ein Blick in jede Tageszeitung, zu gewaltiger Bedeutung gelangt. Das Merkwürdige dabei ist, daß er erst 26 Jahre zählt. Denn das Jahr 1891, in welchem die elektrische Kraftübertragung von Lauffen am Neckar nach der über 170 km entfernten Frankfurter Ausstellung gelang, ist das Geburtsjahr des modernen Wasserkraftausbaues geworden. Das Kapitel der Wasserkraftmaschinen kann heute neben dem der Dampfmaschinen seinen ebenbürtigen Platz in den Physiklehrbüchern und im Physikunterricht der Schulen und Hochschulen verlangen. Auf Seite 651 des Jahrganges 1916 der Wochenschrift „Die Naturwissenschaften“ ist bemerkt, daß es durchaus berechtigt sei, wenn Physiklehrbücher technische Dinge nur nebenher behandeln; denn ein Lehrbuch der Physik könne sich unmöglich mit den vielgestaltigen Anwendungen der Praxis bis ins einzelne beschäftigen. Diesen Worten ist beizupflichten. Sie haben aber auch in einer gewissen umgekehrten Richtung zu gelten, und ich begrüße diesen Anlaß, um in dieser Wochenschrift das zu sagen, was hier meines Erachtens notwendig einmal gesagt werden muß. Die „Naturwissenschaften“ haben sich unter anderem die Aufgabe gestellt, die Fortschritte der Technik von einer höheren Warte aus zu betrachten. Diese Fortschritte der Technik sind nun so unendlich vielfältig, daß man sich ins Uferlose begeben würde, wollte man jede noch so bedeutende Neuerung verfolgen. Da müssen denn die technischen Werke selber zu Hilfe kommen, ganz besonders, wenn sie, wie es im Prospekt der vorliegenden Sammlung heißt, beabsichtigen, „dem Gelehrten es zu ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden und den materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit zu bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben“. Es wird immer eine Hauptaufgabe solcher zusammenfassenden, überblickenden Sammelwerke der Technik sein, daß sie dem Leser in richtiger Weise den Zusammenhang mit der Mutterwissenschaft, der Physik, lichtvoll aufzeigen.

Wenn man das Inhaltsverzeichnis des von Ihering'schen Bändchens anschaut, so scheint die Erfüllung dieser Forderung wohl nicht übel gelungen. Im 2. Kapitel wird z. B. die Wirkungsweise des Wassers in den Wasserkraftmaschinen erläutert und unterteilt in die reine Gewichtswirkung, die Wirkung durch hydrostatischen Druck, die reine Stoßwirkung, die Wirkung durch die lebendige Kraft oder die Aktionswirkung, die Reaktion oder Gegendruckwirkung, auch Preßstrahlwirkung genannt, und die Kombinierungen aus den vorgenannten Wirkungsweisen. In den Ausführungen des

¹⁾ Zwei Grundfragen der Palaeophytogeographie. *Englers Botan. Jahrbücher*. Bd. 50, 1914. S. 249 ff.

Buches selbst ist aber diese geforderte Behandlungsweise nicht überall so klar durchgeführt, wie es das Inhaltsverzeichnis verheißen hat und wie man es wünschen möchte. Z. B. ist es eine schiefe Einteilung, wenn man Aktions- und Reaktionsturbinen unterscheidet und dazu die Bemerkung setzt, „auch Überdruck- und Hochdruckturbinen genannt“. Dann hätte der Verfasser den Hochdruckturbinen selbstverständlich die Niederdruckturbinen gegenüber setzen müssen. Es mußte ihm bekannt sein, daß bei dem jetzigen Stand der Wissenschaft von den Wasserkraftanlagen noch keine sehr scharfe Begriffstrennung zwischen Hochdruckanlagen und Niederdruckanlagen existiert. Dann dient es aber zur Klarheit, wenn man das einfach zugeibt. Kann oder möchte man nicht selber eine genaue Stellung einnehmen, so ist es besser, man läßt die Sache unerwähnt, als sie bloß halb zu nennen.

Man sieht daraus, daß es durchaus nicht leicht ist, eine kurze Einführung in ein neues Gebiet, wie es das der Wasserkraftmaschinen und -anlagen ist, zu geben. Ein solches Buch ist verhältnismäßig viel schwerer zu schreiben als eines, welches z. B. technische Einzel Dinge in breiter Ausführlichkeit behandelt.

Im einzelnen sind zu der von Iheringschen Schrift noch folgende Bemerkungen zu machen:

Daß der Vorteil der Wasserkraftanlagen unter anderem auch in den verhältnismäßig nicht hohen Anlagekosten liegen soll, kann nicht stimmen. Die Anlagekosten sind vielmehr sehr hoch, aber allerdings verteilen sie sich auf einen sehr langen Zeitraum. — Auf Seite 7 ist nicht ganz klar unterschieden zwischen Staudämmen und Staumauern. Im englischen technischen Sprachgebrauch bezeichnet *dam* allerdings beides, aber konstruktiv ist ein fundamentaler Unterschied zwischen den aus Erde geschütteten Dämmen und den massiven Staumauern aus Beton oder Mauerwerk. Letztere können voll oder hohl sein; wenn sie hohl sind, so sind sie aus Eisen oder Eisenbeton. Ferner stehen einander gegenüber die großen Talsperren und die kleineren Wehre, wobei man noch feste und bewegliche Wehre zu unterscheiden hat. — Wenn der Verfasser auf Seite 12 schreibt, daß Schwimmermessungen nur die Oberflächengeschwindigkeit angeben, so ist ihm offenbar die Existenz von Tiefenschwimmern nicht bekannt. Auch ist die Bemerkung über die Schwimmer falsch: „Sie werden nur noch selten angewandt“. — Daß die Frankröhre die sekundliche Wassermenge Q richtig angibt, ist nach den vernichtenden Kritiken von *Beyerhaus*, Zentralbl. d. Bauverwaltung 1908, S. 331. *Amsler-Laffon*, Schweiz. Bauzeitung 1914, S. 26, für alle Zeit abgetan. — Den Schmidchen (nicht mit dt!) Wassermotor den Wassersäulenmaschinen gegenüberzustellen, geht nicht an; denn dieser Motor ist eine Wassersäulenmaschine. — Die Skizzen der Abb. 8 möchte ich hervorheben als besonders wertvoll für solche einführenden Darstellungen. Derlei schematische Skizzen geben dem Uneingeweihten viel mehr als technische Detailzeichnungen oder die leider sehr in Schwang gekommenen Photographien. — Daß gegenwärtig die Wassersäulenmaschinen Wasserkraftmaschinen von nur noch historischem Interesse seien, trifft aber durchaus nicht zu.

Im Abschnitt IV auf Seite 19 fehlt eine schematische grundlegende Abbildung. Die Verfasser von gemeinverständlichen Kompendien über Wasserkraftmaschinen oder Wasserkraftanlagen werden in Zukunft nicht umhin können, sich der vorbildlichen Darstellung anzuschließen, welche *E. Reichel* in seinem Vortrag für Bau-

ingenieure „Über Wasserkraftanlagen“, Oldenbourg-Berlin 1914, Seite 10 ff., gegeben hat. — Der Hauptfall, in welchem Wasserräder auch in Zukunft sich neben Wasserturbinen behaupten werden, ist nicht aufgeführt. — Die Darstellung der überschlächtigen Wasserräder auf Seite 24 ist gut. Sie ist gemeinverständlich, ohne doch trivial zu sein. Leider steht die Figur 11 schon auf einer neuen Seite, zu der sie nicht gehört. — Auf Seite 30 steht der sonderbare Satz, den ich allerdings in einem Physiklehrbuch auch gefunden habe: „In neuerer Zeit werden die Turbinen vorwiegend als wagerechte, mittels eines Armkreuzes und einer Nabe auf einer lotrechten Welle befestigte Räder ausgeführt, seltener mit wagerechter Welle und lotrechtem Rade.“ Das hat für die siebziger und achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts gegolten und steht auch so ähnlich in der ersten Auflage von *Winkelmann*, trifft aber für die jetzigen Wasserturbinen keineswegs mehr zu. Gerade das Umgekehrte ist der Fall. Turbinenwellen werden, wo es irgend angeht, schon aus dem Grunde liegend angeordnet, weil dies die bequemste Aufstellungsweise der elektrischen Maschinen ergibt. — Daß zu jeder Turbine auch ein Zahntriebwerk gehören soll, ist eine irreführende Behauptung. Ein solches Triebwerk kommt nur bei einer ganz kleinen Zahl von Wasserturbinenanlagen vor, nämlich bei den von mir als Type I bezeichneten Anlagen, während es im ganzen 5 Typen gibt¹⁾. Zur Type I gehören höchstens 10 % aller Wasserturbinenanlagen.

Die Unterscheidung der Turbinen in Axialturbinen und Radialturbinen ist zwar begrifflich richtig, aber praktisch veraltet. Wenn man sie erwähnt, so darf der Hinweis nicht fehlen, daß diese Einteilung nur mehr historischen Wert hat. Dasselbe ist für die Einteilung der Turbinenklassen auf Seite 35 anzumerken. Die Turbinen von *Henschel-Jonval*, *Fourneyron*, *Girard*, *Bourdin*, *Schwamkrug*, *Carson* und *Zuppinger* sind vollkommen veraltet. Es handelt sich für den modernen Turbinenbauer neuerdings nur noch um Francis- und Pelton-turbinen; andere Systeme kommen überhaupt nicht in Betracht. Wo Francis-turbinen nicht mehr gewählt werden können, nimmt man Pelton-turbinen. Solange man aber irgend die Wahl hat, baut man Francis-turbinen.

Warum die Anlage Salto de Bolarque ein Großkraftwerk genannt wird, die Anlage Rjukanfos nur ein Kraftwerk, ist nicht klar, denn in der ersten stehen 4 Turbinen von je rund 4000 PS, in der letzteren 5 zu je 14 500 PS. — Es fehlen in der Aufzählung auf Seite 68 die Innwasserkräfte, welche bedeutend größer sind als die der Isar. Zurzeit schwebt ein Bauentwurf einer Anlage am Inn, welche mehr als 60 000 PS Wasserkraftenergie liefern kann. Die zusammen mit der Tachertinger (nicht Tachteringer) Anlage rund 12 000 PS große Wasserkraftanlage der Bayerischen Stickstoffwerke bei Trostberg an der Aiz, einem aus dem Chiemsee kommenden Nebenfluß des Inn, und die fast doppelt so große Anlage derselben Firma bei Tacherting-Hirten hätten ebenso genannt werden müssen, wie die im Mittel 30 000 PS liefernde Wasserkraftanlage der Elektro-Bosna bei Hirten-Burghausen. — Der Satz auf Seite 73 ist falsch, daß bei sehr großen Wasserkraftanlagen die Unkosten für die Kraftmaschinen die eigentlichen Wasserbaukosten überwiegen. Die Wasserbaukosten sind immer größer, und zwar ist das Verhältnis bei großen Anlagen im Durchschnitt mindestens

¹⁾ Vergl. *Rümelin*, „Haupttypen der Wasserkraftstationen“, von Zahn & Jaensch (Dresden). 150 M.

ungefähr wie 6 : 1. — Die Folgerungen des Verfassers auf Seite 75 oben sind nicht die einzigen, welche man aus der Millerschen Tafel Seite 74 ziehen kann. Aus dieser Tafel geht besonders auch hervor, daß die Kosten der Wasserkraftanlagen mit der wachsenden Größe der Anlage abnehmen. Von Ihering führt dies erst auf Seite 78 Zeile 12 von oben an.

Im übrigen ist auf die Kritik E. Feifels vom 1. Januar 1917 in der „Werkstattstechnik“ zu verweisen, welche mit den Worten schließt: „Nach dieser Auslese, die sich noch wesentlich erweitern ließe, kann nicht behauptet werden, daß der eingangs erwähnte Versuch (in knapper Form einen Überblick über den heutigen Stand der Wasserkraftmaschinentechnik zu geben) über den bescheidensten Anfang hinausgekommen ist.“ Th. Rümelin, Berlin-Zehlendorf.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Frage der Ölflecke auf Seen.

Zu der diesen Gegenstand betreffenden interessanten Mitteilung des Herrn Prof. Halbfax (Naturw. V, Heft 30, S. 496) möge mir noch eine kurze theoretische Bemerkung gestattet sein.

Aus eigener Erfahrung kann ich leider über das von ihm beschriebene Auftreten der sogenannten Ölflecke auf ausgedehnten Seeoberflächen nicht mitreden, da es mir nie vergönnt gewesen ist, mich längere Zeit an einem See aufzuhalten. Meine eigenen Beobachtungen beziehen sich daher nur auf kleinere teichartige Gewässer, bei denen man von dem Vorhandensein einer beträchtlichen Oberflächenverunreinigung überzeugt sein konnte, und wo die wellenfreien Stellen auch stets an demjenigen Ufer auftraten, gegen welches der Wind hinwehte, so daß sich die Verunreinigung dort ansammeln mußte.

Die von Halbfax beobachteten, mit der Bewölkung rasch wechselnden Flecke verdanken offenbar ihren Ursprung einem anderen Anlaß, und dennoch scheint es mir durchaus nicht unwahrscheinlich, daß es sich auch hier um Differenzen der Oberflächenspannung anstatt um solche der Dichte handelt.

Nehmen wir an, die Oberfläche des Sees sei normal, jedoch nicht vollkommen rein, die relative Anomalfläche z. B. = $\frac{1}{2}$. Eine normale Oberfläche ist außerordentlich empfindlich gegen lokale Erwärmung; wird eine Stelle derselben durch einen heißen Körper bestrahlt, so genügt die kleine Verringerung der Oberflächenspannung, welche hierdurch entsteht, um eine lebhafte Strömung der äußersten Oberflächenschicht nach den umgebenden kälteren Gebieten hervorzurufen, den von mir (Naturw. V, Heft 9, S. 137) erwähnten „Wärmestrom“. Solche die Spannung ausgleichenden Wärmeströme könnten nun auch sehr wohl von den sonnenbestrahlten Stellen des Sees zu den nicht bestrahlten stattfinden. Im Schatten einer Haufenwolke würde die Oberfläche sich von allen Seiten her zusammenziehen und hierdurch ihre Verunreinigung derart anwachsen, daß eine merkliche Wellendämpfung einträte, wozu ja nicht einmal eigentliche Anomalie erforderlich ist.

Allerdings setzt diese Erklärung voraus, daß die glatten Stellen im Schatten, die gekräuselten in der Sonne liegen, was ich aus der Zuschrift von Halbfax nicht deutlich ersehen kann. Ferner müßte man den Oberflächenzustand des Sees in größerer Entfernung vom Ufer kennen und wissen, ob die oben über denselben gemachte Annahme ungefähr zutrifft. Jeden-

falls wäre eine Untersuchung über die Oberflächenspannung der natürlichen Gewässer, wie Seen und Flüsse, von großem Interesse. Ein Mittel zur Unterscheidung normaler und anomaler Stellen der Wasseroberfläche wäre u. a. das schnellere oder langsamere Platzen der Blasen, welche durch Ruderschläge im Wasser erzeugt werden.

Braunschweig, den 4. Februar 1918.

Agnes Pockels

Physikalische Mitteilungen.

Durch die Untersuchung der Absorption sehr harter Röntgenstrahlen, wie sie von einer hochbeanspruchten Coolidgeöhre geliefert werden, in Blei und Aluminium wird E. Rutherford (Phil. Mag. (6) 34, S. 153, 1917) zu interessanten Ergebnissen hinsichtlich der Wellenlänge der durchdringendsten Gammastrahlen geführt. Er findet zunächst, daß der Absorptionskoeffizient für Blei bei einer Steigerung der Röhrenspannung von 79 000 auf 155 000 Volt nur wenig, von 27 bis auf 22 abnimmt, dann bis 144 000 Volt konstant auf diesem letzteren Werte bleibt, um bei weiter bis 196 000 Volt wachsender Spannung stark (bis 8,5) abzunehmen. Auch mit wachsender Dicke der Bleischirme (0,7 bis 7,0 cm) bei konstanter Spannung geht der Absorptionskoeffizient μ stark zurück. Dieses anscheinend merkwürdige Verhalten erklärt sich leicht daraus, daß die untersuchte Strahlung nicht homogen ist, und daß Blei auf die Strahlen, deren Wellenlänge mit der seiner Absorptionsbande übereinstimmt (0,149 A. E.), eine sehr starke Absorption ausübt. Für Aluminium nimmt der Absorptionskoeffizient von 0,38 auf 0,23 bei Änderung der Spannung von 92 000 bis 183 000 Volt ab.

Auch die Messungen bei den sehr hohen Spannungen bilden eine zum mindesten angenäherte Bestätigung der Ansicht, daß für die Maximalfrequenz der von einer Coolidgeöhre emittierten Strahlung die Quantenbeziehung $E = h \cdot \nu$ gilt. Berechnet man auf Grund derselben die Wellenlängen, so erhält man die folgenden Werte, zu welchen auch die Massenabsorptionskoeffizienten (μ /Dichte) in Aluminium und Blei hinzugefügt sind:

Spannung in Volt	Wellenlänge in A. E.	μ/ρ in Al	μ/ρ in Pb
84 000	0,147	0,154	1,50
92 000	0,135	0,14	
102 000	0,122		3,00
144 000	0,086	0,11	
183 000	0,068	0,085	1,05
196 000	0,063		0,75
Gammastrahlen von RaC	?	0,026	0,042

Wie man daraus ersieht, ist der Massenabsorptionskoeffizient der härtesten Röntgenstrahlen in Aluminium etwa dreimal, in Blei sogar noch 20-mal größer als der der Gammastrahlen von Radium C. Nun kennen wir das Gesetz nicht, nach welchem μ/ρ mit der Frequenz in diesem Bereiche variiert. Man kann deshalb die Wellenlängen jener Gammastrahlen nur angenähert schätzen. Sie muß sicherlich bedeutend kleiner als 0,062 A. E. sein und wird etwa zwischen 0,02 und 0,007 A. E. liegen. Zur Erzeugung so kurzweiliger Röntgenstrahlen würde eine Spannung von 600 000 bis

2 000 000 Volt nötig sein. Es ist vollständig ausgeschlossen, in den Röntgenröhren eine solche mit den Hilfsmitteln, welche uns heute zur Verfügung stehen, auch nur angenähert zu erreichen. Aus den angegebenen Daten folgt auch, daß die Frequenz der Gammastrahlen von Radium C etwa 100 mal größer als die der weichen Gammastrahlen von Radium B ist.

Bei der Untersuchung der Betastrahlen im Magnetfelde erhält man eine Reihe von einzelnen Gruppen von Betastrahlen (magnetisches Spektrum), deren Geschwindigkeit man durch verhältnismäßig einfache Messungen bestimmen kann. Die zur Erzeugung von Kathodenstrahlen von derselben Geschwindigkeit notwendige Spannung ist nachstehend angegeben:

Betastrahlen von Radium B.

Gruppe	Intensität	Spannung
A	stark	333 200
B	sehr stark	261 000
C	sehr stark	203 900
D	sehr stark	151 900
E	stark	50 300
F	sehr stark	57 600

Betastrahlen von Radium C.

Gruppe	Intensität	Spannung
A	mittel stark	2 102 000
B	mittel stark	1 751 000
C	mittel	1 671 000
D	mittel	1 409 000
E	mittel stark	1 328 000
F	mittel	1 149 000
G	mittel stark	1 031 000
H	mittel stark	594 000
K	stark	516 000
L	mittel	296 000
M	mittel	259 000
N	mittel	181 000

Sieht man von den letzteren drei Gruppen des Radium C von geringer Geschwindigkeit ab, so liegen die zur Erzeugung seiner Betastrahlen nötigen Spannungen zwischen 500 000 und 2 000 000 Volt, was fast vollkommen mit den oben für seine Gammastrahlen gefundenen Werten übereinstimmt, die auf Grund der Absorption in Aluminium und Blei ermittelt worden waren. Daraus folgt mit Wahrscheinlichkeit, daß die beobachteten Gruppen der Betastrahlen von einer Umwandlung der Schwingungsenergie der Frequenz ν nach der Quantenbeziehung $E = h \cdot \nu$ in Elektronenform herrühren, und daß man demnach aus der Energie der Betastrahlen nach der Quantentheorie die Wellenlänge der Gammastrahlen berechnen kann. Dieselbe Folgerung ergibt sich auch aus den für Radium B angegebenen Zahlen. Dabei erfolgt die Umwandlung der Gamma- in Betastrahlen in *einzelnen* und nicht in mehrfachen Quanten.

Mit Hilfe der angegebenen Quantenbeziehung könnte man, falls dieselbe allgemein für die Umwandlung von Gamma- in Betastrahlen gelten sollte, aus dem magnetischen Spektrum der Betastrahlen die Wellenlängen der Gammastrahlen berechnen. Es wäre dies ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, um zu kürzeren Wellenlängen als die Kristallanalyse gestattet, vorzudringen, wo diese nach Versuchen von *Rutherford* zu versagen scheint, sei es, daß sich in diesem Bereich die einzelnen Linien

überlagern, oder sei es aus dem Grunde, daß hier die Wellenlänge schon von der Größe der Gitterkonstanten ist. Der Linienreichtum der magnetischen Betastrahlenspektren weist darauf hin, daß die Gammastrahlen- und wahrscheinlich allgemein die Extremhochfrequenzspektren der schweren Elemente im allgemeinen ebenso kompliziert gebaut sind als im sichtbaren Gebiet.

Röntgenstrahlen und Quantentheorie. Untersucht man das Röntgenstrahlenspektrum nach der Bragg'schen Methode und hat man den reflektierenden Kristall so eingestellt, daß eine bestimmte Wellenlänge der allgemeinen Strahlung auf die Ionisierungskammer fällt, so beobachtet man keine allgemeine Strahlung, bis nicht das Potential V einen solchen Wert erreicht hat, daß es der Quantenbeziehung genügt; $e \cdot V = h \cdot \nu$ (e das elektrische Elementarquantum, h die Plancksche Konstante, ν die Frequenz). Mit darüber hinaus wachsender Spannung wächst die Intensität eines kleinen Bezirkes der allgemeinen Strahlung zunächst verzögert, dann nahezu konstant an. Im Gegensatz dazu treten die K-Serien des Rhodiums nur bei Potentialen auf, die größer sind als die der Quantenbeziehung entsprechenden, nämlich dann, wenn die Spannung groß genug ist, um eine allgemeine Strahlung von der Wellenlänge der γ -Linie zu erzeugen, bei welcher die plötzliche Änderung der Absorption einsetzt. Wahrscheinlich gilt dieses Gesetz auch für die K-Serien aller Elemente. Die Intensität der charakteristischen K-Linien nimmt dann mit weiter wachsender Spannung nicht linear zu, wie (angenähert) die der allgemeinen Strahlung, sondern beschleunigt, und zwar für alle K-Linien im gleichen Verhältnis (*D. L. Webster, Phys. Rev.* 7, S. 599, 1916). So war bei den betreffenden Untersuchungen bei einem Potential von 23,0 Kilovolt weder durch Ionisierungsmessungen, noch auf photographischem Wege eine Spur der K-Linien zu entdecken, während sie bei 23,3 Kilovolt eben nachzuweisen waren. Für die Plancksche Konstante ergibt sich aus den Messungen im Mittel der Wert $6,53 \cdot 10^{-27}$; diese Zahl liegt zwischen der von *Planck* angegebenen ($6,42 \cdot 10^{-27}$) und der von *Millikan* und *Hull* gefundenen ($6,59 \cdot 10^{-27}$). Diese Ergebnisse lassen sich erklären, wenn man annimmt, daß die X-Strahlen den klassischen elektromagnetischen Gesetzen gehorchen, und die Quantenbeziehungen von einer Eigenschaft der Oszillatoren herrühren, die absorbierte Energie in einem nicht strahlenden Systeme aufzuspeichern. Aus der Tatsache, daß es für jedes Potential eine nicht zu überschreitende obere Grenze für die Frequenz der Röntgenstrahlen gibt, folgt dann auf Grund dieser Voraussetzungen, daß auch die allgemeine Strahlung aus Wellenzügen und nicht aus Impulsen besteht, und daß somit die X-Strahlen von Oszillatoren von bestimmten Frequenzen ausgesandt werden, welche kontinuierlich über das ganze Spektrum verteilt sind. Dieser Schluß wird auch durch das Verhalten der Absorption gestützt, welche mit wachsender Frequenz allmählich abnimmt, um in der Nähe jeder charakteristischen Serie plötzlich anzuwachsen. Nimmt man weiterhin an, daß derselbe Mechanismus, welcher die charakteristische Fluoreszenzstrahlung emittiert, auch diejenige Strahlung aussendet, welche direkt durch den Stoß der Kathodenstrahlen ohne wahre Fluoreszenz entsteht, so läßt sich auch das ganze vorher beschriebene Verhalten der K-Strahlen erklären.

Das Spektrum des Quecksilberdampfes. *Franck* und *Hertz* hatten nachgewiesen, daß der Zusammenstoß zwischen Quecksilberatomen und Elektronen,

welche durch ein elektrisches Feld beschleunigt werden, bei Geschwindigkeiten unter 4,9 Volt elastisch erfolgt. Erst bei dieser Geschwindigkeit vermögen die Elektronen ihre Energie beim Zusammenstoß abzugeben. Dieselbe wird, mindestens teilweise, von dem Quecksilberdampf wieder ausgestrahlt, und zwar zeigt das Spektrum nur eine einzige Linie bei $253,67 \mu$. Es ist das diejenige Frequenz, welche auf Grund der Quantentheorie zu erwarten ist, wonach das Produkt aus elektrischem Elementarquantum und Spannung gleich dem aus der Planckschen konstanten und der Frequenz ist. Diese Ergebnisse sind von J. T. Tate (*Phys. Rev.* 7, S. 686, 1916) bestätigt worden; die kritische Geschwindigkeit wurde dabei zu $4,90 \pm 0,03$ Volt bestimmt. Anzeichen für ein sekundäres Maximum in der Stromspannungskurve wiesen dabei auf die Möglichkeit anderer Arten von Zusammenstößen bei höheren Spannungen hin. In der Tat sind solche zu erwarten, bei denen die von den Elektronen abgegebene Energie in der Form des bekannten Vielinienspektrums des Quecksilbers wieder ausgestrahlt wird. Die Versuche lehrten nun, daß bei Geschwindigkeiten zwischen 5 und 10 Volt das Spektrum nur aus der einen Linie $253,67 \mu$ besteht. Bei einer Geschwindigkeit von $10,0 \pm 0,3$ Volt beginnt das Vielinienspektrum an der Anode zu erscheinen; mit wachsendem Potential nimmt dann die Länge der Linien gegen die Kathode hin zu. Bei 10,0 Volt tritt auch in den Stromspannungskurven ein sehr deutlicher Knick auf, während ein solcher bei 4,9 Volt nicht zu beobachten ist. Daraus wird geschlossen, daß bei einer Geschwindigkeit von 10,0 Volt, die übrigens nahe übereinstimmt mit dem aus der Bohrschen Atomtheorie folgenden Wert von 10,2 Volt, der Quecksilberdampf merklich ionisiert wird, während die Ionisierung bei 4,9 Volt weit weniger vollständig ist. Vielleicht erfolgt bei dieser Geschwindigkeit überhaupt keine Abtrennung der Elektronen vom Quecksilberatom, sondern nur eine Erregung der an dasselbe gebundenen Elektronen.

Untersuchungen über die Abhängigkeit des Isolationswiderstandes und der Dielektrizitätskonstante des Glimmers von der Feldstärke und der Temperatur, welche E. H. Poole (*Phil. Mag.* (6) 34, S. 195, 1917) angestellt hat, führen zu dem Ergebnis, daß diese in Feldern bis zu 3 Megavolt/cm und bis zu Temperaturen von 230°C unabhängig von den beiden Größen ist. Die gefundenen geringen Änderungen ließen sich wenigstens einwandfrei durch die Wirkung der am Rande einsetzenden Glimmentladung erklären, welche eine Vergrößerung der Belegungsfächen des Glimmerkondensators veranlaßt. Im Gegensatz dazu nimmt der Isolationswiderstand sowohl mit wachsender Feldstärke (X), wie auch mit steigender Temperatur stark ab. Die Dichte des Leitungstromes (C) wuchs z. B. bei einer Glimmersorte bei Steigerung des Potentials von 0,64 auf 2,07 Megavolt/cm (bei einer konstanten Temperatur von $159,5^\circ \text{C}$) von 0,027 auf 1,105 Mikroampere/cm² und bei Änderung der Temperatur von $13,5^\circ$ auf $227,5^\circ \text{C}$ (bei konstanter Feldstärke) von 0,058 auf 4,57 Mikroampere/cm². Die Beobachtungen lassen sich recht gut durch die Gleichung darstellen $C = a \cdot X \cdot e^{bx}$. Die Größe a hängt von der Glimmersorte ab und wächst ferner stark mit der Temperatur an, und zwar bei der einen Glimmerart mit etwa der 16., bei einer anderen mit der 15,47. Potenz der absoluten Temperatur. Die absoluten Werte von a waren für die beiden untersuchten Glimmer bei 9°C 3,286 und 5,245. Der Isolationswiderstand des ersteren war

also etwa 110-mal größer als bei der zweiten und würde erst bei 109°C auf denselben Wert wie bei diesem gesunken sein. Trotz dieser Verschiedenheit ist aber die Abhängigkeit von der Temperatur in beiden Fällen nahezu dieselbe.

Auch die Größe b hat für die beiden untersuchten Glimmerarten nahezu identische Werte (0,794 und 0,787), im Gegensatz zu dem Verhalten von a ist sie aber von der Temperatur vollkommen unabhängig. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch mit dem Maxwell'schen Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen, wenn man nicht die unwahrscheinliche Voraussetzung machen will, daß die mittlere Elektronenenergie unabhängig von der Temperatur ist. Das starke Anwachsen des Leitungstromes im Glimmer mit steigender Temperatur könnte man dann durch die Annahme erklären, daß die Austrittsarbeit der Elektronen aus den Atomen eine mit wachsender Temperatur abnehmende Funktion derselben sei.

Wird ein Metaldampf, z. B. Quecksilber, durch den Stoß der von einer Glühkathode ausgehenden Elektronen erregt, so beginnt bei Steigerung der Potentialdifferenz zwischen den Elektroden bei einer solchen von 4,9 Volt die Linie $2536,7$ aufzutreten, wie Frank und Hertz beobachtet hatten. Die zu ihrer Erregung nötige Energie entspricht vollkommen dem durch die bekannte Quantenbeziehung geforderten Wert $E = h \cdot \nu$. Ähnliche Verhältnisse sind inzwischen auch bei den Dämpfen von Cadmium, Zink und Magnesium im Vakuum aufgefunden worden. R. W. Wood und S. Okana (*Phil. Mag.* (6) 34, S. 177, 1917) haben nun untersucht, ob die Quantenbeziehung für das Auftreten des Einlinienspektrums auch beim Natriumdampf gilt. Sie fanden, daß zur Erregung der Nebenserie ein Potential von 2,34 Volt notwendig war, während die D-Linien erst verschwanden, als die Potentialdifferenz auf 0,5 Volt erniedrigt wurde. Dieser Wert ist nicht etwa durch Kontaktpotentiale gestört, wie Versuche mit verschiedenen Elektroden und auch mit besonderen Anordnungen zeigten. Diese Spannung ist so niedrig, daß zur Erregung der D-Linien schon das in dem Heizdraht herrschende Potentialgefälle genügt. Es waren deshalb auch besondere Anordnungen nötig, um die hierdurch hervorgerufenen Störungen zu vermeiden. Nach der Quantentheorie würde sich das zur Erregung der D-Linien nötige Potential zu 2,1 Volt berechnen, so daß der experimentell ermittelte Wert bedeutend niedriger liegt. Für das Einlinienspektrum des Natriumdampfes scheint also die Quantenbeziehung zu versagen. — Zu den Arbeiten haben sich übrigens Röhren aus Pyrexglas von der Corning Co. gut bewährt, das von dem Natriumdampf nur wenig angegriffen wird und andererseits einen sehr geringen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, so daß es sich fast so gut wie geschmolzener Quarz verhält.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Auf Einladung der Kommission der Wolfskehl-Stiftung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen wird Herr Max Planck in Göttingen am 13.—17. Mai, 9—11 Uhr, einen Vortragszyklus über Quantentheorie mit anschließender Diskussion abhalten. Die Themata seiner Vorträge sind:

1. Einleitung. Entropie und Wahrscheinlichkeit. Hohlraumstrahlung.
2. Materielle Systeme mit einem Freiheitsgrad.
3. Materielle Systeme mit einigen Freiheitsgraden.
4. Materielle Systeme mit vielen Freiheitsgraden.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 11.

15. März 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Weismanns Keimplasma-Lehre. Von Prof. Dr. W. Johannsen, Kopenhagen. S. 121.

Speisefette und Speisöle. Von Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld. (Schluß.) S. 126.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Das Montanwachs und sein Verhalten bei der Destillation. Die günstigste Anordnung von Kalorimetern. Ueber die Ursachen des Zwittertums und künstliche Zwitterbildung. Die Schwefel-

flechte der Sächsischen Schweiz. Die Gervilleiabänke des mittleren Buntsandsteins. Eine zusammenhängende kartographische Darstellung der Dünengebiete Norddeutschlands. S. 129—131.

Berichte gelehrter Gesellschaften:
Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. Sitzungsberichte der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. S. 131.



OSRAM
AZO

Das
strahlend weiße Licht

OSRAM-
AZO

Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:

OSRAM-AZOLA

Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

AuerGesellschaft, Berlin O. 17.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Rechtskunde des Ingenieurs

Ein Handbuch für Technik, Industrie und Handel

Von

Dr. jur. **Richard Blum**

Ingenieur

Zweite, verbesserte Auflage — Preis gebunden M. 16.—

Soeben erschien:

Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge

Von

Ed. Donath und **A. Gröger**

Professoren an der k. k. Deutschen Franz Joseph-Technischen Hochschule in Brünn

Mit 7 Textfiguren

Preis M. 6.80

Soeben erschien:

Getriebelehre

Eine Theorie des Zwanglaufes und der ebenen Mechanismen.

Von

Martin Grübler

Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden

Mit 202 Textfiguren

Preis M. 7.20

40 Jahre Fernsprecher

Stephan — Siemens Rathenau

Von

Geheimen Oberpostrat **Oskar Grosse**

Mit 16 Textabbildungen

Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

15. März 1918.

Heft 11.

Weismanns Keimplasma-Lehre.¹⁾

Von Prof. Dr. W. Johannsen, Kopenhagen.

Hier liegt ein sehr interessantes Buch vor, eine Biographie über den berühmten deutschen Zoologen A. Weismann (geb. 1834, gest. 1914), dessen Untersuchungen und Spekulationen über Vererbungs- und Abstammungsverhältnisse einen so großen Einfluß in der biologischen Welt gehabt haben. Der Verfasser ist der kaum vor Jahresfrist verstorbene Anatom Gaupp, der Weismann nahe gestanden hat und hier in einer schönen Weise die Phasen in Weismanns Leben und in seiner wissenschaftlichen Auffassung geschildert hat. Wir sehen, wie das schwere Augenleiden, das sich schon in Weismanns Jugend geltend machte, den Forscher in vorzugsweise theoretische, ja spekulative Arbeiten führte, und wie gerade die Abstammungslehre mit daran geknüpften Sonderfragen sein Interesse gewinnen mußte. Wir folgen ihm durch die drei Stadien der Entwicklung seiner Auffassungen, die mit der phantasievollen Lehre von der „Germinal-Selektion“ kulminiert. Diese Lehre operiert mit der Annahme, daß das sogenannte „Keimplasma“ (d. h. in unserer Fassung die Struktur bzw. die Konstitution, welche die Entwicklungsmöglichkeiten des betreffenden befruchteten Eies bestimmt) aus selbständig lebenden Keimchen bestehen sollte, Keimchen, die miteinander um Nahrung konkurrieren und sonst auch fürs Dasein kämpfen, indem sie dabei mehr oder weniger geändert werden können.

Das Gauppsche Buch gibt keine kritische, wissenschaftliche Wertung der Weismannschen Auffassungen; es bietet aber ein sehr umfangreiches Material, namentlich auch zum psychologischen Verständnis der ganzen Art und Weise, in welcher Weismann zu seiner Auffassung geführt wurde. In jüngeren Jahren, als er seine theoretischen Betrachtungen über Entwicklung und Vererbung begann — um 1870 — stand er ganz natürlich auf dem Darwinschen Standpunkt, d. h. er rechnete sowohl mit natürlicher Auslese (Selektion) als mit einer Erbllichkeit erworbener Eigenschaften als Hauptfaktoren der organischen Evolution. Eine Reihe verschiedener Untersuchungen und Betrachtungen über die Farbzeichnung der Schmetterlinge und deren Larven führte ihn zur Anschauung, daß diese Erscheinungen Bedeutung als zweckmäßige Reaktionen haben müssen, und daß das ganze Hervortreten

dieser Erscheinungen am besten durch natürliche Auslese sich erklären ließe. Das solcher Art erweckte Interesse für den Selektionsgedanken führte ihn zur Vermutung, daß die Selektion sozusagen ganz allein die Evolution durch die Zeiten bedingen könnte. Dahingegen wurde es ihm zweifelhaft, ob die herkömmliche, alte Annahme einer Erbllichkeit der durch individuelle Anpassung erworbenen Eigenschaften berechtigt sei. Er bezweifelte somit die von Lamarck repräsentierte, aber auch von Darwin aufgenommene und durch die Pangenesis-Spekulationen gestützte Auffassung. Er wurde, kurz gesagt, im höheren Grade Selektionist als Darwin selbst — „Ultradarwinist“, wie man ihn bezeichnet hat. „Die Allmacht der Naturzüchtung“ ist ja auch der polemisch übertriebene Titel einer seiner Schriften gegen Herbert Spencer, bekanntlich ein Anhänger der Lehre von der Erbllichkeit erworbener Eigenschaften und Gegner des Selektionsgedankens.

In seiner Kritik der in der Wirklichkeit uralten, schon von Hippokrates repräsentierten Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften hat Weismann unbedingt das Beste geleistet und sich unvergänglichen Ruhm erworben. Seine gänzliche Aufräumung alter Irrtümer, Aberglaubens und loses Redens auf diesem Gebiete, und eine Reihe wichtiger Experimente, u. a. die in 22 Mäusegenerationen durchgeführte Schwanzamputation, absolut ohne Einfluß auf die Nachkommen, bekamen durchgreifende Bedeutung. Obwohl man noch immer Leute trifft, die glauben, das „Kupieren“ des Schwanzes bei Katzen und Hunden könne doch schließlich die Schwanzbeschaffenheit der Nachkommen beeinflussen, so sind in biologischen Kreisen derartige Vorstellungen jetzt aufgegeben — hört man ja sogar mitunter Vorwürfe gegen Weismann, als hätte er mit den betreffenden Experimenten Zeit vergeudet! Solche Vorwürfe sind aber gänzlich unberechtigt, sie können nur Ausdrücke fehlender historischer Einsicht sein.

Weismann ist noch weiter gegangen, nicht nur Verwundungen und Verstümmelungen, sondern auch Wirkungen von Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe hat er in bezug auf die Vererbungsfrage studiert. Überall hat er das gleiche Resultat erreicht: Nichtvererbbarkeit der persönlich erworbenen Eigenschaften! Ursprünglich hatte Weismann die Mehrzahl der Biologen gegen sich, allmählich wurden aber seine Resultate bestätigt von anderen Forschern, falls diese experimentell, und zwar mit reinem Material gearbeitet haben. Dahingegen ist die große Mehrzahl der Paläontologen und überhaupt solcher

¹⁾ Zugleich als Besprechung des Werkes: Ernst Gaupp, August Weismann, sein Leben und sein Werk. (Jena, Gustav Fischer, 1917, VIII, 297 S. Preis geb. M. 9,—, geb. M. 11,—.)

Morphologen, welche wesentlich deskriptiv mit Organismen arbeiten, durchgehends nicht geneigt, die Vorstellung einer im Laufe der Zeiten allmählich fortschreitenden erblichen Anpassung aufzugeben. Die Begründung vieler dieser Gelehrten, daß man die zahlreichen allmählichen Übergänge zwischen nahestehenden ausgestorbenen Tierspezies der nacheinander folgenden geologischen Schichten sonst nicht verstehen könnte, hat ja doch deutlicher Weise keinen wissenschaftlichen Wert. Die genannten Übergänge sind ja gerade zu erklären, sie bilden eben das eigentliche Problem, wahrlich nicht eine Lösung der Evolutionsfrage!

Die Variabilität, das Auftreten der vielen Variationen, machte Darwin große Schwierigkeiten, er nahm sie als gegeben an, ohne Erklärungen bieten zu können. Bei Weismanns eingehender Diskussion des Selektionsgedankens und der Variabilitätsprobleme wurde er zu seiner Lehre von „Amphimixis“ geführt. Diese Lehre besagt: 1. daß bei der Befruchtung eine Vereinigung von den in den beiden Geschlechtszellen anwesenden Anlagen erfolgt; diese Vorstellung ist ja nicht neu; 2. daß, wenn in einem Individuum die Bildung von Geschlechtszellen eingeleitet wird, eine Trennung der Anlagen erfolgt, die seinerseits bei der für das betreffende Individuum grundlegenden Befruchtung zusammengebracht wurden; und 3. daß die ursprünglich mit der Samenzelle oder mit der Eizelle zugeführten Anlagen nicht zusammen bleiben müssen, sondern bis zu einem gewissen Grade frei kombiniert werden können. Demnach können also die in einem Individuum sich bildenden Geschlechtszellen Anlagen in verschiedener Kombination erhalten. Einige Anlagen schreiben sich von seiten des Vaters, andere von seiten der Mutter her; durch diese verschiedenen Kombinationen ließe sich eine bedeutende Variabilität leicht erklären. Daß die Nachkommen der Bastarde eine oft fast unüberschaubare Variabilität zeigen, war eine den Praktikern und Biologen wohlbekannte Tatsache, die allerdings erst durch die Forschungen Mendels und seiner Nachfolger in klareres Licht gestellt worden ist.

Das Weismannsche Raisonement hat eine gewisse Ähnlichkeit mit den Mendelschen Gesichtspunkten, war aber doch keineswegs damit identisch, wie wir gleich sehen werden. Eine Grundlage der Weismannschen Ideen war die nach Oscar Hertwigs berühmten Untersuchungen über die Befruchtungsvorgänge wesentlich vertiefte Einsicht in das Verhalten der Zellkerne während der Bildung von Geschlechtszellen; Weismann erblickte in den Chromosomen Gebilde, die als Träger der erblichen Anlagen aufgefaßt werden konnten. Mendel aber war ausschließlich durch seine viel älteren — allerdings von allen übersehenen — Experimente, ohne nähere Einsicht in die feineren Vorgänge der Befruchtung und Geschlechtszellenbildung, zu der Auffassung gekommen, daß Merkmale der Eltern, nachdem sie zu-

nächst bei Grundlegung des Kindes zusammengebracht waren, in freier Kombination bei den Enkeln auftreten werden.

Mendel und Weismann waren beide wohl wesentlich morphologisch denkende Forscher; während aber der erstgenannte in etwas vager Weise (und richtiger) mit dem Begriff „Merkmale“ (Charakteren, Eigenschaften) als näheren Einheiten operierte, hatte Weismann eine ganz andere Auffassung, indem er — jedenfalls bis zu seinen letzten Jahren — mit Organen oder, genauer gesagt, mit selbständig variierenden Gewebeteilen (Zellgruppen) als Einheiten der realisierten Vererbung rechnete. Weismann betrachtet die Konstitution einer Geschlechtszelle bzw. einer Zygote (insofern wir hier nur mit dem Inbegriff aller „Anlagen“, d. h. der „genotypischen Konstitution“ zu tun haben) als bestimmt durch eine zahllose Menge kleiner selbständiger Anlagen, die jede für sich einen gegebenen kleinen Teil des aus der betreffenden Zygote hervorgehenden Körpers in bestimmender Weise beeinflusst.

Man versteht leicht, daß eine solche Auffassung leicht in den Gedanken hinüber gleitet, die betreffenden Anlagen seien selbständig lebende Gebilde, die in gewisser Weise den Geschlechtszellen bzw. der Zygote eine Mosaikbeschaffenheit stark gedrungener Natur geben müßten, eine Beschaffenheit, die der zusammengesetzten Beschaffenheit des voll entwickelten Organismus sozusagen „prospektiv“ entsprechen sollte. Es würde zu weit führen, hier näher auf Weismanns Spekulationen über die Konkurrenz und den Kampf dieser selbständig gedachten Anlagen während der Entwicklung des Körpers einzugehen, Spekulationen, die deutlich einen Einfluß seitens Roux' Ideen über „Kampf der Teile im Organismus“ zeigen. Schon das Altertum hatte Diskussionen über derartige Sachen.

Die Erkenntnis der Nichtvererbung persönlich erworbener Eigenschaften, in Verbindung mit den angeführten Vorstellungen über die Lokalisation der Anlagen in den Zellkernen, führte Weismann zur Lehre von der „Kontinuität des Keimplasmas“ und dessen Unabhängigkeit vom übrigen Körper. Eine wesentliche, richtige Grundidee dieser Lehre war schon von Aristoteles ausgesprochen, und zwar als Gegensatz zu der von Hippokrates repräsentierten Vorstellung, daß die vermeintliche Vererbung erworbener Eigenschaften sich erklären ließe durch Annahme besonderer Keimchen, die in den verschiedenen Körperteilen gebildet werden sollten und in den Geschlechtsstoffen vereint werden. Diese alte Vorstellung hat sich sehr lange gehalten, auch Darwin hat sie gehegt und in seiner sogenannten „Pangenesishypothese“ näher präzisiert. Weismann ist unzweifelhaft in ganz selbständiger Weise zu seinen Darwin widersprechenden Auffassungen gekommen. Es ist aber doch sonderbar, daß Weismann die von Francis Galton publizierten bedeutungsvollen theoretischen Betrachtungen

tungen völlig übersehen konnte. — Sowohl Darwin als Galton und Weismann haben dabei die ältere Geschichte der Probleme völlig ignoriert, was im höchsten Grade zu bedauern und eigentlich gar nicht zu entschuldigen ist⁴⁾.

Galton hatte einige Jahre vor Weismanns Keimplasmatheorie seine „Stirplehre“ entwickelt; in sehr wesentlichen Punkten stimmt sie mit der Keimplasmalehre überein. Eine wesentliche Pointe in der Aristoteles-Galton-Weismanns Auffassung ist die, daß die „Substanz“ (Galtons Stirp bzw. Weismanns Keimplasma), welche das wesentlich Bestimmende in dem befruchteten Ei ausmacht, nur teilweise verbraucht, d. h. bei Entwicklung der Körperteile des neuen Individuums verwendet wird; ein gewisser Teil der Substanz bleibt übrig, und indem dieser Teil während der Entwicklung des Individuums, von welchem es sozusagen getragen wird, sich vermehrt, kann dieses Keimplasma das direkte Ausgangsmaterial der Geschlechtszellenbildung im betreffenden Individuum werden. Das Keimplasma (bzw. Galtons Stirp und Aristoteles' Samen) ist somit ein Kontinuum, d. h. es wird ununterbrochen durch die nacheinander folgenden Generationen fortgesetzt. Daß verschiedenes Keimplasma bei Befruchtungsvorgängen vereint wird, und daß die erwähnten Sonderungen der von verschiedener Seite gekommenen Anlageelemente die Vererbungsvorgänge komplizieren, stört ja nicht im geringsten die genannte Kontinuität selbst.

Es ist wesentlich durch Weismanns zahlreiche Publikationen und basiert auf seinen mit glänzender Dialektik dargebotenen Begründungen, daß die Stirp- oder also Keimplasma-Kontinuitätslehre in den Focus der allgemeinen biologischen Diskussion gebracht wurde. Ja sogar in englischen Darstellungen allerneuester Zeit wird Weismann — nicht Galton als Vater der Auffassung angeführt — Aristoteles hat man ja ganz vergessen!

Weismanns Operieren mit dem Selektionsgedanken und der Keimplasmalehre führte ihn schließlich zur Lehre von der „Germinalselektion“. Das Keimplasma, aus selbständigen, als winzige Körper gedachten Anlagen bestehend, sollte direkt völlig unabhängig vom übrigen Körper des betreffenden Individuums sein. Dies kommt dadurch zum Ausdruck, daß das einzelne ganze Individuum, das Tier, der Mensch, wie er geht und steht, als aus zwei Dingen zusammengesetzt betrachtet wird: „Keimplasma“ + „Soma“. Das Soma (d. h. also der Körper ÷ das von ihm getragene Keimplasma) entwickelt sich in verschiedener Weise je nach den äußeren Beeinflussungen, in mehr oder weniger genauer Anpassung an die Verschiedenheiten der Lebenslage; und wenn Änderungen der Lebenslage oder geänderte Lebensweise Änderungen im Soma hervorrufen, sollten derartige, vom Soma „erwor-

bene“ Eigenschaften die Konstitution des Keimplasmas überhaupt nicht beeinflussen. In dieser Auffassung ist ein wesentlicher Grundgedanke unzweifelhaft richtig, und es ist ebenso richtig, daß man Agentien finden kann, die direkt einen mehr oder weniger ändernden Einfluß auf das „Keimplasma“ (d. h. die genotypische Konstitution) haben — ganz unabhängig davon, ob sie auch das „Soma“ (d. h. die persönliche, phänotypische Beschaffenheit des Individuums) beeinflussen oder nicht. Die am meisten bekannten Beispiele dieser Sache sind wohl die Resultate der Wärmebeeinflussungsversuche mit Kartoffelkäfern des amerikanischen Zoologen Tower.

Weismann aber ließ sich mit dieser Auffassung nicht begnügen. Gerade Betrachtungen über die Typenunterschiede der Organismen nacheinander folgender geologischer Schichten sowie andere Betrachtungen über Probleme der Abstammungslehre führten ihn zur Annahme, daß die Faktoren der Lebenslage auswählende Wirkung haben müßten, nicht nur auf die Individuen eines Bestandes („Personalselektion“), sondern auch auf die als selbständig lebend gedachten Elemente des Keimplasmas, also dessen verschiedene „Keimchen“ — daraus der Name „Germinalselektion“. Unter verschiedenen äußeren Beeinflussungen, die sich ja indirekt, durch das Soma, äußern müssen, sollten einige der Keimplasmaelemente bessere Bedingungen als andere finden; einige werden gedeihen, zunehmen, Oberhand gewinnen, andere aber schlechter wegkommen, alles in Analogie mit dem auswählenden Einfluß der Naturverhältnisse auf die mehr oder weniger verschiedenartigen Organismen einer Flora, einer Fauna bzw. einer Population.

Dadurch aber wird die Tür geöffnet für allerehand Beeinflussungen des Keimplasmas von seiten des Somas, und eine Unabhängigkeit der Keimplasmakonstitution von somatischen Änderungen ließe sich demnach nicht scharf festhalten — dieses Prinzip wird somit hier von Weismann selbst gebrochen!

Die ganze Spekulationsreihe geht von der Vorstellung aus, die Anlagen seien lebende Wesen, was Gaupp auch sehr stark pointiert, um zu zeigen, daß Weismanns Ideen auch physiologisch, nicht nur morphologisch genannt werden können, während wir trotz dieser Auffassung behaupten müssen, Weismanns ganzes Gedankengebäude ist nichts weniger als physiologisch. Die ganze Vorstellung vom Keimplasma als einem großen Bestande äußerst kleiner selbständiger Lebewesen hat nichts mit Physiologie zu tun; alles Physiologische wird ja durch die Annahme solcher unzugänglicher Kleinwesen hinwegskamotiert; statt mit einer physiologisch zu erforschenden konstitutionellen Grundlage der individuellen Entwicklung operiert Weismann mit einem ganzen morphologischen System von Organismen, sozusagen mit einer ultramikroskopischen Fauna aus recht verschiedenen „Spezies“, nämlich beson-

⁴⁾ Vergl. „Die Naturwissenschaften“, 5. Jahrg. 1917, S. 389.

derer Organtypenrepräsentanten. Schon *Aristoteles* bezeichnete derartige Vorstellungen als gänzlich ungereimt.

Weismann hat aber hier gewissermaßen ein großes Verdienst gerade dadurch, daß er versucht hat, seine Gedanken bis in ihre äußersten Konsequenzen zu verfolgen; und diese Konsequenzen sind wirklich abschreckend: Das befruchtete Ei sollte demnach eine Unendlichkeit von lebenden kleinsten Anlagen enthalten; alle *Möglichkeiten* des erwachsenen Organismus sollten als selbständig lebende *Wirklichkeiten* im Ei vorhanden sein! Dies ist aber ganz unannehmbar, selbst als Arbeitshypothese, für heutige Forscher mit Sinn für Verifikationen und wahrlich nicht weniger ungereimt als die Idee der Naturphilosophie früherer Zeiten, daß alle Generationenreihen einer Abstammungslinie ineinander eingeschachtelt sein könnten!

In *Gaupp's* Werk werden mit pietätvoller Sympathie die zahlreichen speziellen Ideen *Weismanns* näher betrachtet — und sie waren oft höchst anregend. Das *Gaupp'sche* Buch ist auch in dieser Weise ein interessantes und fesselndes Werk. Es öffnet den Einblick in die Tätigkeit eines sehr begabten, logisch scharfen Geistes, wie er sich manifestieren mußte, indem das Verifikationsvermögen gehemmt wurde. Die Schwächung des Gesichtssinnes hat die Beobachtung sozusagen nach innen gerichtet; der getrübe Blick des Forschers wurde zum großen Teil durch spekulatives Sehen ersetzt. Die Geistesarbeit *Weismanns* wird aber nicht vergeblich geleistet sein.

Die modernen Auffassungen, wie sie auf Grundlage des Mendelismus und des Prinzips der reinen Linien sowie unter Einfluß der *Weismannschen* Keimplasmalehre und der auch von *Weismann* erst recht angefangenen Kritik des Lamarckismus entwickelt sind, weichen stark von *Weismanns* eigenen, hier dargestellten Auffassungen ab. Sie bieten aber doch in gewissen Beziehungen derartige formelle Ähnlichkeiten mit dem „*Weismannismus*“, daß es vielleicht wünschenswert ist, die Sachlage näher zu charakterisieren. Denn immer und immer kommen auf diesem Gebiete Verwechslungen und Mißverständnisse vor, die dem Fortschritt klärender Einsicht nicht unwesentliche Hindernisse in den Weg legen. Es sind dabei besonders vier Punkte zu berücksichtigen.

1. Das Wesentliche in *Weismanns* „Keimplasma“ ist eine sehr große Reihe *getrennter Anlageeinheiten* (Determinanten, Biophoren bzw. anderer Namen), die als eine Summe *selbständig lebender kleiner Wesen* aufgefaßt werden.

Für unsere Auffassung ist der „Genotypus“, d. h. dasjenige in den Geschlechtszellen bzw. in dem befruchteten Ei, das die Entwicklungsmöglichkeiten des betreffenden Individuums bestimmt, als eine *Totalität*, nämlich eine *Konstitution*, zu betrachten, welche (in Analogie mit der chemisch-physikalischen Konstitution einer hoch

zusammengesetzten Substanz) die Reaktionsnorm des bei der Befruchtung gegründeten Individuums bedingt. Jedoch ist die Analogie mit einem einzelnen chemischen Körper nicht befriedigend, man müßte eher an die Konstitution eines mehrphasigen Systems als Analogon des Genotypus denken. In der *Weismannschen* Auffassung müßte aber jede besondere Anlageeinheit fast ebenso hoch zusammengesetzt sein; die Komplikation des *Weismannschen* „Keimplasmas“ — aus selbständig lebenden Wesen als Einheiten — ist jedenfalls sehr viel höherer Ordnung als diejenige unseres „Genotypus“.

2. Der *Weismannschen* Vorstellung von *stets* selbständigen und gegenseitig konkurrierenden Anlageeinheiten stehen — wie *Gaupp* auch ausdrücklich betont — große Schwierigkeiten im Wege in bezug auf die schönen Zahlengesetze der Bastardspaltung, Gesetze, die *Weismann* ganz unbekannt waren, als er seine Keimplasmalehre bildete, und die ja eigentlich ein mirakulöses Präzisionsmanöver der von *Weismann* vermuteten Keimchenindividuen voraussetzen müßten. Es finden sich aber keine Schwierigkeiten für unsere Auffassung, daß die Einheiten, also die Elemente des Genotypus, normalerweise *nur während der Geschlechtszellbildung* (bzw. bei der Reduktionsteilung) getrennt und neu kombiniert werden können. Es mag sehr zweifelhaft sein, ob diese Vorgänge mit einer Auswechslung chemischer „Seitenketten“ verglichen werden dürfen; aber selbst mit der verbreiteten Anschauung, die in gewissen Punkten mit *Weismanns* zusammentrifft, daß die Chromosomen ununterbrochen oder periodisch Träger besonderer Elementenserien des Genotypus sein sollten, ist eine ununterbrochene Selbständigkeit und unabhängiges Leben dieser Elemente keineswegs vorausgesetzt.

3. Je einer der vermuteten, selbständig lebenden Anlageeinheiten *Weismanns* sollte ein besonderer Körperteil (Gewebegruppe) entsprechen; die Entwicklungsmöglichkeiten jedes selbständig variierenden Körperteils wären durch die betreffende Anlageeinheit bestimmt. Allerdings konnte *Weismann* diese seine ursprüngliche Mosaikauffassung nicht in so scharfer Form aufrecht erhalten; aber Vorstellungen einer *Organrepräsentation* im Keimplasma (in klar bewußtem Gegensatz zu der in der Durchbruchzeit des Mendelismus verbreiteten Vorstellung einer *Eigenschaftsrepräsentation*!) charakterisieren in ihrer ausgeprägt morphologischen Natur *Weismanns* ganze Betrachtung der Vererbungsprobleme.

In der Jetztzeit ist aber auch die *Eigenschaftsrepräsentation*, die Vorstellung von „Einfach-Eigenschaften“, durch je eine Erb-einheit bedingt, völlig aufgegeben, nachdem es sich gezeigt hat, daß ein einzelnes genotypisches Element zahlreiche Eigenschaften oder, richtiger gesagt, die Reaktionsnorm des ganzen Organismus beeinflussen kann, und umgekehrt, daß das

Auftreten einer einzelnen Eigenschaft die Mitwirkung zahlreicher genotypischer Faktoren erfordern kann. Diese äußerst wichtigen Tatsachen, durch die Forschungen der letzten Jahrzehnte erkannt, stellen den Genotypus als Konstitution in ein neues Licht, wesentlich verschieden von dem, in welchem Weismanns morphologisch-spekulativer Blick die Natur seines „Keimplasmas“ betrachten mußte.

4. Schließlich haben wir Weismanns berühmte Distinktion zwischen „Keimplasma“ und „Soma“ zu berücksichtigen. Auch hier treffen wir die morphologisch-spekulative Denkweise. Die Bestätigung eines richtigen Punktes in Weismanns Ideen, welche unsere Einsicht in die Entwicklung der Geschlechtszellen durch besondere „Keimbahnen“ bedeutet, dürfte allgemein bekannt sein; die Geschlechtszellen der Tiere stammen direkt von dem befruchteten Ei durch Zellgenerationen, die nicht in den Entwicklungsvorgängen der speziellen Organe oder Gewebegruppen beteiligt gewesen sind. Normalerweise ist, jedenfalls bei Tieren, für Geschlechtszellen eine morphologische Kontinuität von Generation zu Generation oft sehr deutlich nachgewiesen. Dies alles trifft aber nicht den Kern unserer Sache.

Wir brauchen hier auch nicht Weismanns Ideen über das Schicksal des Keimplasmas in den spezialisierten Geweben des Körpers näher zu betrachten, wie etwa seine Vorstellungen betreffend Überreste von unverändertem oder unverbrauchtem, „komplettem“ Keimplasma in den wesentlich somatischen Zellen des Körpers. Diese Ideen von „Reserve-Keimplasma“ haben den Zweck, Schwierigkeiten zu umgehen, die etwa aus den Regenerationerscheinungen entstehen, um gar nicht von der Tatsache zu sprechen, daß durch Adventivbildungen so oft ganze Pflanzen aus Gewebeteilen (etwa Epidermiszellen), die wahrlich nicht „Keimbahnen“ sind, entwickelt werden können.

Weismanns Distinktion zwischen Soma und Keimplasma ist jedenfalls eine *morphologische* Vorstellung. Sie darf nicht mit unserer auf *physiologischer* Grundlage gebildeten Distinktion zwischen Phänotypus (Erscheinungsgepräge) und Genotypus (Anlagegepräge) verwechselt werden. Es wäre völlig verfehlt, den Begriff „Genotypus“ als identisch mit „Keimplasma“ zu setzen, oder etwa „Phänotypus“ als dem „Soma“ entsprechend aufzufassen. Die beiden Antithesen sind ganz heterogener Art. Keimplasma und Soma sollen *verschiedene Teile* des Gesamtorganismus bezeichnen — mit der Konzession, daß Keimplasma nicht nur der wesentliche Inhalt der Geschlechtszellen bzw. der Keimbahnen ist, sondern, wie soeben angeführt, auch als Reserve im Soma verteilt vorkommen soll. Und das Keimplasma wird aufgefaßt als eine „komplette“ Repräsentation sämtlicher Teile des Organismus in unentwickeltem Zustande, das Soma aber als Resultat einer Entwicklung, während welcher das Keim-

plasma Anlageeinheiten abgibt und somit in einseitiger Richtung spezialisiert wird, d. h. aufhört, „komplett“ zu sein — von der genannten Reserve abgesehen. Und schließlich wird das Keimplasma (jedenfalls in Weismanns ursprünglichem Lehrsystem, vor Entwicklung der Germinal-Selektion-Spekulation) als sozusagen hermetisch von Beeinflussung seitens des Somas aufgefaßt — gerade um die immer und immer gefundene Nichtvererbung der vom Körper erworbenen Eigenschaften klar zu präzisieren.

Ganz anders mit den Begriffen Genotypus und Phänotypus. Der Unterschied zwischen verschiedenen Teilen des Organismus kommt hier gar nicht in Frage, und die physiologische Gegenseitigkeit der Geschlechtszellen, der Keimbahnen und aller anderen Körperzellen wird durchaus nicht bezweifelt. Der Genotypus ist die schon im befruchteten Ei gegebene Konstitution, welche die *Reaktionsnorm* bedingt, somit alle Möglichkeiten für die ganze persönliche Entwicklung des betreffenden Individuums bestimmt. *Der Genotypus durchdringt prägend den ganzen Organismus*; die entwickelte, in Organen und Gewebegruppen gegliederte Hauptmasse des Organismus ist in dieser Beziehung mit Keimbahnen und Geschlechtszellen gleichgestellt — selbstverständlich mit dem Vorbehalt, welchen die Trennung und Neukombination genotypischer Faktoren etwa während der Reduktionsteilung bedingen; eine Sache, die uns hier jedoch nicht angeht. *Oscar Hertwig* hat bekanntlich diesen Standpunkt Weismann gegenüber längst behauptet. Der Genotypus — chemischen Konstitutionen in ihrem Verhalten bei chemischen Reaktionen analog — liegt der ganzen Reaktionskette, welche die individuelle Entwicklung darstellt, zugrunde; und diese Entwicklung kann, wie wir wissen, in mehr oder weniger verschiedener Weise verlaufen, je nach der Lebenslage.

• Der Genotypus bedingt somit, näher definiert, den Inbegriff aller Entwicklungsmöglichkeiten, die das bei der betreffenden Befruchtung gebildete Individuum besitzt, in ganz anderer Weise als das Keimplasma im Sinne Weismanns es tun sollte, nämlich in ähnlicher Weise wie eine vollkommen durchgeführte chemische Konstitutionsformel alle Reaktionsmöglichkeiten des betreffenden Stoffes oder Systems ausdrücken müßte. Das allereinfachste Bild ist vielleicht die wohlbekannte Formel $H-O-H$ für die Konstitution der Substanz, die wir „Wasser“ nennen. Diese, in der Formel ja bei weitem nicht völlig ausgedrückte Konstitution bedingt z. B., daß die „Substanz“ Eis flüssiges Wasser oder Dampf ist, je nach den äußeren Umständen. Und der wunderbare Reichtum eleganter Formen, welche die Schneekristall-Aggregate aufweisen können, sind ebenso viele Phänotypen der mit der angeführten Konstitutionsformel bezeichneten Substanz „Wasser“ — um gar nicht vom Spiel des zweiphasigen Systems Wasser-Eis u. a. m. zu sprechen, ge-

schweige denn von loseren oder festeren Verbindungen des Wassers.

Und während Weismann durch die *morphologische Kontinuität des unspezialisierten Protoplasmas* (der embryonalen Substanz) in den Keimbahnen die Vererbungskontinuität der Generationsreihen veranschaulichte bzw. erklären oder illustrieren wollte, sehen wir in der Vererbungskontinuität der nacheinander folgenden Generationen etwas ganz anderes: nämlich die *Konstanz genotypischer Elemente* (Faktoren), wie sie sich gezeigt hat sowohl in dem Verhalten der reinen Linien als bei den Gesetzmäßigkeiten der Spaltungen und Neukombinationen nach Kreuzung. Dabei ist es ganz unwesentlich, ob eine „Keimbahnkontinuität“ erhalten bleibt, wie vielleicht immer bei den Tieren, oder, wie es ja sehr oft bei den Pflanzen geschieht, unterbrochen wird.

Was nun den *Phänotypus* betrifft, so ist er — anderen Reaktionsresultaten ganz entsprechend — bei den Organismen eben auch der ganze Charakter des verwirklichten Individuums. Der Phänotypus ist absolut abhängig von der betreffenden genotypischen Konstitution und den bei der Entwicklung gegebenen Lebenslagefaktoren. Wenn besondere Lebenslagefaktoren den sich entwickelnden Organismus derartig beeinflussen, daß sein Phänotypus von der gewöhnlichen Beschaffenheit Abweichungen zeigt, ist damit durchaus nicht gegeben, daß die genotypische Konstitution im geringsten geändert worden ist, weder in Geschlechtszellen, noch in Keimbahnen oder sonstigen Teilen des Körpers. Genotypische Änderungen scheinen überhaupt nur selten hervorgerufen zu werden — darum gerade zeigen sich nach unserer Auffassung die durch den Einfluß einer besonderen Lebenslage bzw. durch Übung oder sonstige Anpassung „erworbenen Eigenschaften“ immer und immer als nichterblich.

Dieses ist eine ganz andere Anschauungsweise als die Weismannsche, welche die genannte Nichtvererbung dadurch zu erklären suchte, daß die Körperteile (das Soma) unfähig sein sollten, die Beschaffenheit der Geschlechtszellen (d. h. deren Keimplasma) zu beeinflussen. Weismann, im Banne seiner rein spekulativen Idee, daß der Verlauf der normalen Ontogenese auf Änderungen des Keimplasmas in dem sich entwickelnden Körper (dem Soma) beruhen sollte, ist zum unrichtigen Glauben geführt worden, daß die jede Entwicklung des Körpers mitbedingenden Faktoren auf den vermeintlichen Bestand organrepräsentierender lebender Anlageeinheiten im Keimplasma tiefgreifend ändernd einwirken müssen. Diese ganze Vorstellung wurzelt teils in Weismanns morphologischer Mosaikauauffassung der Konstitution des befruchteten Eies und teils auch in Verkenntnis oder, richtiger gesagt, in Unkenntnis der Distinktion zwischen Phänotypus und Genotypus.

Wir sehen demnach, daß die Genotypuslehre der Jetztzeit wesensverschieden von Weismanns Vorstellung eines Keimplasmas ist. Wir hoffen, daß die Lehre von Genotypus und Phänotypus einen Fortschritt gegenüber der Weismannschen Lehre vom Keimplasma und Soma bedeutet hat, wie die Keimplasmalehre, die jetzt nicht aufrecht zu halten ist, seinerzeit einen bedeutenden Fortschritt markierte. Unzweifelhaft wird auch die jetzige Genotypuslehre früher oder später — gern möglichst bald — ein zurückgelegtes Stadium sein. Möchte sie aber vorher nur annäherungsweise so fruchtbar gewesen sein wie die Ideen Weismanns.

Speisefette und Speiseöle.¹⁾

Von Dr. H. Kuttenkeuler, Elberfeld.

(Schluß.)

Chemische Veränderungen der Fette und Öle treten schon bei längerer Aufbewahrung ein; sie bleichen und nehmen allmählich einen widerlichen Geruch und kratzenden Geschmack an, sie werden ranzig. Gleichzeitig damit tritt meist eine Vermehrung der freien Säure (Erhöhung des Säuregrades) ein, und es bilden sich freies Glycerin, Alkohole, Aldehyde, niedere wasserlösliche Fettsäuren, Anhydride und Laktone. Demnach handelt es sich hierbei um einen sehr verwickelten Vorgang, bei dem Licht, Luft, Feuchtigkeit, Enzyme und Bakterien eine Rolle spielen, jedoch soll auch nach völliger Abtötung der Enzyme und Abschluß von Luft und Feuchtigkeit, allein durch das Licht (in Verbindung mit Sauerstoff [?]) die Erscheinung hervorgerufen werden: Die Neigung zum Ranzigwerden ist bei den einzelnen Fetten und Ölen sehr verschieden und besonders groß bei denen, die noch von der Gewinnung her etwas Schleim- und Eiweißstoffe enthalten und solchen mit hohem Gehalt an Glyceriden flüchtiger Fettsäuren, wie Butter und Kokosfett, während sie bei Kakaofett besonders gering ist.

Eine weitere Einwirkung der Luft besteht darin, daß alle flüssigen Öle infolge Polymerisations- und Oxydationserscheinungen (Bildung von Oxysäuren) allmählich dickflüssiger werden, besonders wenn sie in dünner Schicht ausgebreitet sind. Hierbei erstarren die trocknenden Öle zu harten Massen, weshalb sie in der Technik zu Lacken und Firnissen Verwendung finden.

Im Verhalten der Fette und Öle gegen Halogene und Schwefel kommen besonders die ungesättigten Fettsäuren zur Geltung, indem sie diese Stoffe anlagern, so daß ihre Doppelbindungen abgesättigt werden. Die Menge des anlagerbaren Jods, die „Jodzahl“, ist auch ein wichtiger Anhalt für die Unterscheidung der Fette und Öle. In den letzten Jahren spielt aber eine andere Absättigung der Doppelbindungen, die „Fetthärtung“, eine große Rolle. Unter Anwendung geeigneter Appa-

¹⁾ Der Aufsatz berücksichtigt im wesentlichen die Verhältnisse, wie sie vor Ausbruch des Krieges waren.

rate gelingt es nämlich, besonders bei erhöhter Temperatur und unter Druck, durch Katalysatoren, wie fein verteiltes Palladium, Platin, Nickel und dessen Salze, Wasserstoff anzulagern, so daß die ungesättigten Säuren: Ölsäure, Leinölsäure, Linolensäure und ihre Homologen in die Stearinsäure und ihre Homologen und entsprechend auch die Glyceride der ungesättigten Säuren in die der gesättigten übergeführt werden. Hierbei nimmt natürlich die Jodzahl ab, während der Schmelz- und Erstarrungspunkt steigt, und zwar kann die Härtung beliebig weit bis zu salben-, schmalz- oder talgartiger Festigkeit und entsprechender Abnahme oder zum Verschwinden der Jodzahl geführt werden, wobei auch der den Ausgangsölen, z. B. den Tranen, vielfach eigene unangenehme Geruch und Geschmack vermindert wird oder völlig verschwindet. Abgesehen von technischen Zwecken hat das Verfahren auch für die Verwendung der billigeren Pflanzenöle und Trane an Stelle von Rinder- und Schweinefett für die Herstellung der Margarine sehr große Bedeutung. Für Speisefette empfiehlt sich jedoch die Härtung nicht über einen Schmelzpunkt von 37° zu treiben, da sie sonst, wie Preßtalg, schwer verdaulich werden.

Die *Untersuchung der Fette und Öle* erstreckt sich nach zwei Richtungen: erstens auf Unverdorbenheit und Freisein von fremden Bestandteilen, zweitens auf Reinheit und Unverfälschtheit, und wird bewirkt durch physikalische und chemische Verfahren. Für die Erkennung des Unverdorbenseins genügt im allgemeinen die Sinnesprüfung auf Aussehen, Geruch und Geschmack. Die chemischen Prüfungen auf Ranzidität, wie Schütteln mit ätherischer Phloroglucinlösung und Salzsäure, wobei mit ranzigem Fett Rotfärbung auftritt, oder ein neuerdings vorgeschlagenes biochemisches Verfahren, beruhend auf Blaufärbung einer Hämoglobin-Guajakharz-Lösung, sind durchweg nicht sehr empfindlich. Von fremdartigen Bestandteilen kommen für die Untersuchung vorwiegend in Betracht der Gehalt an Wasser, besonders bei Butter, Margarine, Schweineschmalz; fremde Farbstoffe; Frischhaltungsmittel; mechanische Verunreinigungen, wie Schmutz, Stärke, Gewebsteile, Eiweiß, Schleim, Mineralstoffe, Mineralsäuren; Unverseifbares; Mineralöle usw. Frischhaltungsmittel werden durchweg nur bei Butter und Margarine, die wegen ihres Gehaltes an Wasser und Eiweiß leicht dem Verderben unterliegen, angewandt und zwar neben Kochsalz vielfach noch Benzoesäure, besonders bei letzterer. Nach den Bestimmungen des Fleischbeschaugesetzes und den dazu ergangenen Bundesratsverordnungen, denen auch die aus warmblütigen Tieren hergestellten Fette unterliegen, ist bei deren gewerbsmäßigen Zubereitung die Verwendung von Borsäure und deren Salzen, Formaldehyd und solchen Stoffen, die Formaldehyd abgeben, Alkali- und Erdalkalihydroxyden und -karbonaten, schwefeliger Säure und deren Salzen, sowie unterschwef-

ligsauren Salzen, Fluorwasserstoff und dessen Salzen, Salicylsäure und deren Verbindungen, chlorsauren Salzen und salpetrigsauren Salzen ausdrücklich verboten.

Bei der großen Ähnlichkeit der Fette und Öle in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften ist ihre *Untersuchung auf Reinheit und Unverfälschtheit* sehr schwierig, und es können meist nur auf Grund mehrerer Untersuchungsergebnisse Angaben über die Art eines vorliegenden Fettes, besonders bei Mischungen verschiedener Fette, und bei diesen nur annähernde Angaben über die Mengen der einzelnen gemacht werden. Die Untersuchungen müssen an klar ausgeschmolzenen, wasserfreien, am besten filtrierten Fetten ausgeführt werden.

Von *physikalischen Verfahren* kommen hierbei vorwiegend in Anwendung die Bestimmung der Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln, wie Äther, Petroläther, Alkohol; des spezifischen Gewichtes; des Schmelz- und Erstarrungspunktes; des Lichtbrechungsvermögens; des Flüssigkeitsgrades und der Kristallisation.

Für diese Bestimmungen sind zum Teil bestimmte Apparate und Verfahren in den amtlichen Anweisungen zur Untersuchung von Fetten und Ölen auf Grund des Margarinegesetzes und des Fleischbeschaugesetzes sowie zur zolltechnischen Untersuchung vorgeschrieben; so für die Ermittlung des Erstarrungspunktes und besonders des Lichtbrechungsvermögens. Hierzu dient das Zeißsche Butterfraktometer, bei dem die Lichtbrechung in Skalenteilen abgelesen wird, die leicht in Brechungsexponente umgerechnet werden können. Bei flüssigen Ölen wird die Brechung bei 25° bestimmt und angegeben, bei festen Fetten bei 40° oder einer Temperatur, bei der die Fette eben klar geschmolzen sind, bestimmt und auf 40° umgerechnet.

Auch für die *chemische Untersuchung zur Unterscheidung der Fette und Öle*, die sich in qualitative Prüfungen und quantitative Bestimmungen scheidet, sind zum Teil amtliche Verfahren vorgeschrieben. Zu den *qualitativen Prüfungen* gehören eine Anzahl Farbreaktionen, die entweder alle Pflanzenfette oder einzelne von ihnen geben, sowie die Prüfung auf Erdnußöl durch Abscheidung von arachin- und lignocerinsaurem Kalium, oder der freien Arachinsäure; auf Kruziferenöle durch den Nachweis der Eruksäure; auf trocknende Öle und Trane durch Bromierungsproben und auf nichttrocknende Öle durch die Elaidinprobe.

Die für den Nachweis von Pflanzenfetten überhaupt—als Gruppenreagentien—vorgeschlagenen Farbreaktionen sind durchweg nicht sehr zuverlässig, wohl aber die einzelner Öle. So gibt Baumwollsaamenöl mit Amylalkohol und einer Lösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff erhitzt starke Rotfärbung. Beim Schütteln von Sesamöl mit alkoholischer Furfurolösung und Salzsäure färbt sich diese rot, desgleichen Zinnchlorürlösung beim

Erhitzen mit Sesamöl. Nach Erhitzen auf 250°, oder Behandeln mit Chlor oder schwefliger Säure, oder Härtung gibt Baumwollsamöl die Farb-reaktion nicht mehr; auch geht der sie erzeugende Stoff beim Füttern der Ölkuchen in das Körperfett der Tiere über, so daß dieses unter Umständen die Reaktion gibt, was zu Irrtümern Veranlassung geben kann. Dagegen werden die Farbreaktionen des Sesamöls durch derartige Eingriffe, auch durch Härtung nicht beeinflusst, wie auch der sie erzeugende Stoff nicht in das Körperfett der Tiere übergeht. Die Trane geben in Chloroform gelöst mit Essigsäure und Brom eine Grünfärbung, die aber bei gehärteten Tranen nicht immer eintritt, ferner liefern sie infolge ihres Gehaltes an Clupanodonsäure ($C_{18}H_{28}O_2$) mit 4 Doppelbindungen schwerlösliche Oktobromide, wie die trocknenden Öle infolge ihres Gehaltes an Linolensäure mit 3 Doppelbindungen Hexabromide, wodurch beide von den nichttrocknenden und halbtrocknenden Ölen unterschieden werden können. Allerdings liefern auch einige feste Pflanzenfette ähnliche Bromaddierungsprodukte, die aber nicht durch ungesättigte Fettsäuren, sondern durch das Unverseifbare bedingt sind. Zur Unterscheidung der trocknenden und nichttrocknenden Öle dient auch die Elaidinprobe, beruhend auf der Erscheinung, daß die Säuren der Ölsäurereihe und ihre Glyceride in den nichttrocknenden Ölen mit salpetriger Säure das feste Elaidin bilden. Die wichtigste qualitative Prüfung zum Nachweis von pflanzlichen in tierischen Fetten ist die Phytosterin- und Phytosterinacetatprobe. Zu ihrer Ausführung wird das Fett verseift, das Unverseifbare mit Äther ausgeschüttelt und durch Verdunsten des Äthers gewonnen. Die aus Alkohol umkristallisierten Cholesterine bzw. Phytosterine zeigen verschiedene Kristallformen, jedoch ist deren Unterscheidung, besonders beim gleichzeitigen Vorhandensein beider Sterine, ziemlich unsicher. Deshalb werden die Sterine mit Essigsäureanhydrid acetyliert und die Acetate mehrfach aus absolutem Alkohol umkristallisiert. Hierbei reichen sich die Kristallisationen an den schwerer löslichen und schmelzbaren Phytosterinacetaten an. Während nämlich die Cholesterine bei 148,4 bis 150,8° und die Phytosterine bei 135 bis 144° schmelzen, ist das Verhältnis bei ihren Acetaten umgekehrt, und es schmelzen die Cholesterinacetate bei 114,3 bis 114,8°, dagegen die Phytosterinacetate bei 123 bis 137° (aus Sheafett bei 169° und aus Mowrahfett bei 175°), so daß, wenn der Schmelzpunkt der Acetate über 117° liegt, das Vorhandensein von Phytosterinen, also von Pflanzenfetten, als erwiesen gilt. Neuerdings ist eine Vereinfachung des Verfahrens dadurch erreicht worden, daß die Sterine durch Digitonin als schwerlösliche Digitoninsterine quantitativ ausgeschieden werden. Für die Prüfung tierischer Fette auf Reinheit, besonders von Schweineschmalz auf einen Zusatz an Talg, sind an Stelle früherer unsicherer Merkmale, wie Verschieden-

heit der Kristallformen, neuerdings genauere Verfahren getreten, so die Bestimmung der Polenskeschen Differenzzahl, d. h. des Unterschiedes zwischen dem auf bestimmte Weise ermittelten Schmelz- und Erstarrungspunkte, der im wesentlichen auf die Verschiedenheit der in den einzelnen Fetten enthaltenen isomeren Palmitodistearine zurückzuführen ist und bei Schweineschmalz 18,2—21,7°, bei Rindertalg 12,8—15,3°, bei Hammeltalg 13,0—16,9° (bei Kokosfett 4,8 bis 6,0°) beträgt, oder die Bestimmung der Schmelzpunktdifferenz nach Bömer, d. h. des Unterschiedes zwischen dem Schmelzpunkte der durch fraktionierte Kristallisation gewonnenen höchstschmelzenden Glyceride und dem der daraus abgeschiedenen Fettsäuren. Hierbei gibt sich auch ein Zusatz von gehärteten Pflanzenölen zu erkennen, die aber von Talg durch die Phytosterinacetatprobe unterschieden werden können. Voraussichtlich kann dieses Verfahren auch zum Nachweise von Schweineschmalz in Butter dienen. In den allerletzten Jahren sind sogar serologische Verfahren mit Erfolg zur Feststellung einzelner Öle, z. B. von Erdnuß- und Sesamöl in Olivenöl, zur Anwendung gekommen.

Von den *chemischen quantitativen Verfahren* kommen hauptsächlich in Betracht die Bestimmung des Säuregrades, der Verseifungszahl, der Reichert-Meißschen und Polenskeschen Zahl, der unlöslichen Fettsäuren nach *Hehner* und der Jodzahl.

Als Säuregrad bezeichnet man die Anzahl Kubikzentimeter Normallauge, die zur Neutralisation von 100 g Fett erforderlich sind. Die Verseifungszahl gibt die Milligramme Kaliumhydroxyd an, die zur völligen Umwandlung von 1 g Fett in freies Glycerin und fettsaures Kali verbraucht werden. Unter Reichert-Meißscher Zahl versteht man die Anzahl Kubikzentimeter Zehntel-Normallauge, die erforderlich sind zur Neutralisation der aus 5 g Fett unter ganz bestimmten Bedingungen abdestillierten flüchtigen wasserlöslichen Fettsäuren, und unter Polenskescher Zahl die zur Neutralisation der dabei mit übergegangenen wasserunlöslichen, aber in Alkohol löslichen Fettsäuren. Die Reichert-Meißsche Zahl liegt bei fast allen Fetten und Ölen unter oder wenig über 1, steigt bei Kokosfett und Palmkernfett auf etwa 8, schwankt bei Butter von 17—34, durchweg aber nur von 26—32 und erreicht bei einzelnen seltenen Fetten außerordentliche Werte, so bei Malukangbutter über 45 und bei Bassiölen bis 77. Eine höhere Polenskesche Zahl von 16,8—17,8 zeigt nur das Kokosfett, während sie bei Butter bis etwa 3,5 steigt. Die *Hehnersche* Zahl gibt die Menge der in 100 Teilen Fett enthaltenen, in Wasser unlöslichen Fettsäuren an. Die Jodzahl gibt an, wieviel Gramm Jod (oder Halogen berechnet als Jod) 100 g Fett anzulagern vermögen; sie bildet, wie schon oben erwähnt, ein Maß für die Menge der vorhandenen ungesättigten Fettsäuren. Neuerdings wird die

leichter durchzuführende Anlagerung von Brom und Umrechnung in Jod die „Jodbromzahl“ empfohlen. Eine große Anzahl hauptsächlich für den Nachweis eines geringen Zusatzes von Kokosfett zu Butter vorgeschlagener Prüfungsverfahren, wie Bestimmung der alkohollöslichen Fettsäuren, des mittleren Molekulargewichtes der nichtflüchtigen wasserunlöslichen oder der flüchtigen wasserlöslichen Fettsäuren, der Äthylesterzahl, der sogenannten Silber-, Cadmium- oder Magnesiumzahl, der Laurin- und Myristinsäurezahl, der Capron-, Capryl- und Caprinsäure nach *Jensen*, der löslichen Barium- oder Kupfersalze usw. bedeuten keinen wesentlichen Fortschritt in dieser schwierigen Frage und haben sich deshalb in der Praxis der Untersuchungsämter wenig einbürgern können.

Wenn auch keines der zahlreichen, für die Fettuntersuchung vorgeschlagenen und angewandten Verfahren für sich allein entscheidend ist, so gestatten doch wohl in allen Fällen die auf Grund mehrerer, dem betreffenden Falle angepaßter Prüfungen erhaltenen Ergebnisse ein sicheres Urteil über die Natur des vorliegenden Fettes oder Fettgemisches.

Was nun die *Beurteilung der Speisefette und -öle* vom nahrungsmittelchemischen Standpunkte aus anbetrifft, so kommen hierbei außer den allgemeinen Forderungen des Nahrungsmittelgesetzes noch die besonderen des Gesetzes betreffend die Schlachtvieh- und Fleischbeschau (kurz Fleischbeschaugesetz genannt) vom 3. Juni 1900 und dessen Ausführungsbestimmungen, denen auch die aus warmblütigen Tieren hergestellten „Fette unverarbeitet oder zubereitet, insbesondere Talg, Unschlitt, Speck, Liesen (Flomen, Lunte, Schmer, Darmfett) sowie Gekrös- und Netzfett, Schmalz, Oleomargarin, Premier jus, Margarine und solche Stoffe enthaltende Fettgemische, jedoch nicht Butter und Butterschmalz“ unterliegen, sowie des Gesetzes betreffend den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmittel (kurz Margarinegesetz genannt) vom 15. Juni 1897 und seinen Ergänzungen in Betracht. Nach letzterem sind Margarine alle der Butter oder dem Butterschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fett nicht oder nicht ausschließlich der Milch entstammt, und Kunstspeisefett alle dem Schweineschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht oder nicht ausschließlich aus Schweineschmalz besteht, mit Ausnahme unverfälschter Fette bestimmter Tier- oder Pflanzenarten, die unter den ihrem Ursprung entsprechenden Bezeichnungen in den Verkehr gebracht werden. Der Begriff der Ähnlichkeit bezieht sich hauptsächlich auf die äußeren Merkmale: Farbe und Konsistenz. Um Margarine leichter und sicherer von Butter unterscheiden und in ihr nachweisen zu können, muß sie nach dem Margarinegesetz einen Zusatz von 10 % Sesamöl enthalten, das ja, wie oben erwähnt wurde, starke Farbreaktionen gibt. Da während des Krieges Sesamöl fehlt, kann statt dessen nach einer Bun-

desratsverordnung vom 2. Juli 1915 ein Zusatz von 0,2—0,3 % Kartoffelstärke gemacht werden. Die Vermischung von Butter mit Margarine oder anderen Speisefetten zum Zwecke des Handels ist schlechtweg verboten, jedoch dürfen bei der Herstellung der Margarine auf 100 Teile Fett 100 Teile Milch verwandt werden. Außerdem sind durch das Gesetz noch besondere Anordnungen über Trennung der Herstellungs-, Aufbewahrungs- und Verkaufsräume für Butter und Margarine oder Kunstspeisefett, Kennzeichnung der Gefäße und Umhüllungen für letztere sowie über Herstellung und Vertrieb überhaupt getroffen. Da es sich bei Butter und Margarine nicht um reine Fette, sondern um fetthaltige Zubereitungen handelt, muß dies bei der Beurteilung auch Berücksichtigung finden. So besteht bezüglich des Fettgehaltes für Butter die gesetzliche Bestimmung, daß er mindestens 80 % betragen muß, und daß der Wassergehalt bei gesalzener Butter höchstens 16 % und bei ungesalzener höchstens 18 % betragen darf. Da für Margarine bisher eine derartige gesetzliche Bestimmung nicht bestand, wurden an sie von den die Nahrungsmittelkontrolle ausübenden Nahrungsmittelchemikern im allgemeinen die gleichen Anforderungen gestellt, ein Standpunkt, der aber nicht immer die Billigung der Gerichte fand. Durch Bundesratsverordnung vom 20. Juni 1916 wurden nun auch für Margarine nach dieser Richtung Bestimmungen getroffen und der Mindestfettgehalt auf 76 % und der höchstzulässige Wassergehalt auf 20 % festgesetzt, wobei dem durch Versuche festgestellten Umstände Rechnung getragen wird, daß gehärtete Fette, die im Kriege in großen Mengen zur Herstellung von Margarine Verwendung finden müssen, Wasser in stärkerem Maße binden und festhalten als natürliche Fette. Für Schweineschmalz betrug bei der Einfuhr der höchstzulässige Wassergehalt 0,3 %, der für die Kriegszeit durch Ministerialerlaß vom 8. November 1914 auf 0,5 % erhöht wurde. Alle übrigen Speisefette müssen praktisch frei von Wasser sein. Künstliche (Gelb-) Färbung, mit unschädlichen Farbstoffen, ist nur bei Butter und besonders bei Margarine üblich und zulässig. Alle Frischhaltungsmittel, mit Ausnahme von Kochsalz bei Butter und Margarine und von geringen Mengen Benzoesäure bei Margarine und Dauerbutter, sind verboten. Im übrigen müssen alle Speisefette und -öle unverdorben und rein sein und ihrer Begriffsbestimmung entsprechen, insbesondere müssen die gehärteten Fette wie ihre Ausgangsstoffe gesundheitlich einwandfrei und praktisch von den verwendeten Metallen, insbesondere Nickel, frei sein.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Das Montanwachs und sein Verhalten bei der Destillation. Einer zusammenfassenden Übersicht von J. Marcussen und H. Smelkus über die neueren Unter-

suchungen auf diesem Gebiete entnehmen wir folgende Angaben: Trockene Braunkohlen enthalten 3–30 % rohes Montanwachs, das vielfach auch „Bitumen“ genannt wird. Zur Extraktion des Waxes werden Benzin oder Benzol benutzt, Benzol liefert eine größere Ausbeute, immerhin bleiben durchschnittlich noch 40–50 % Bitumen in der extrahierten Kohle zurück. Durch Extraktion unter hohem Druck und bei hoher Temperatur gelingt, wie *Fischer* und *Glund* neuerdings fanden, zwar eine nahezu vollständige Extraktion des Bitumens, doch ist derart erschöpfend extrahierte Braunkohle wahrscheinlich zur Herstellung von Bricketts nicht mehr verwendbar. Das aus sächsisch-thüringischer Braunkohle gewonnene rohe Wachs ist dunkel und hart (Schmelzpunkt 80–90°), wegen der Verfasser aus einer Lausitzer Kohle ein Wachs gewannen, das mehr harzartigen Charakter hatte und erst zwischen 115 und 116° schmolz. Montanwachs ist ebenso wie Bienenwachs und Wollwachs schwer verseifbar, worauf bei der Bestimmung der Verseifungszahl Rücksicht zu nehmen ist. Nach Untersuchungen von *Krämer* und *Spilker* besteht rohes Montanwachs lediglich aus hochmolekularen, einsäurigen Estern und deren freien Säuren, Glyzeride sind dagegen nicht einmal in Spuren nachweisbar; daneben finden sich aber noch Schwefel und harzartige Begleitstoffe. Die letzteren bilden eine braunschwarze, harte Masse, die zur Hälfte unverseifbar ist. Sie schmilzt niedriger als das Rohwachs, ist leichter löslich und auch leichter verseifbar als dieses. Zur Reinigung und Entfärbung des Montanwachses vermischt man dieses mit Paraffin und behandelt das Gemisch mit verdünnter Säure; auch durch Behandlung des Rohwachses mit Natronkalk bei 200–260° erzielen die Verfasser ein gutes Ergebnis. Bei der Destillation des Montanwachses findet eine tiefgehende Spaltung statt, die jedoch bei Anwendung von Vakuum nahezu vermieden wird. Zweckmäßig wendet man außerdem noch überhitzten Wasserdampf an, wobei man eine weiße, kristallinische Masse erhält, die zwischen 70 und 80° schmilzt. Über deren Zusammensetzung und Eigenschaften machen Verfasser nähere Angaben, ebenso über die optische Aktivität des rohen Waxes und seiner Destillationsprodukte, die wahrscheinlich auf Cholesterinabkömmlinge zurückzuführen ist. (*Chem.-Zeitg.* 1917, S. 129–132, 150–151.)

S.

Die günstigste Anordnung von Kalorimetern. Bei den gewöhnlichen von Luft umgebenen Kalorimetern hängt der Abkühlungsfaktor von dem Temperaturunterschied zwischen diesem und der Schutzhülle ab, und zwar ist der Wärmetransport durch Leitung und Strahlung praktisch proportional demselben, so daß diese beiden Größen keine Änderung des Faktors bedingen. Die ganze Störung rührt ausschließlich von den Konvektionsströmen her, deren Wärmeübertragung bei dünnen Luftschichten praktisch dem Quadrat der Temperaturdifferenz proportional ist. Nun kann man diese Ströme im weitgehenden Maße unterdrücken, wenn man den Abstand zwischen Kalorimeter und Schutzmantel klein genug wählt. Da andererseits bei zu engem Abstände der Betrag der durch Leitung übergehenden Wärme anwächst, so wird es einen gewissen günstigsten Abstand geben, bei welchem die Änderungen des Abkühlungsfaktors klein bleiben. Um denselben aufzufinden, hat *W. P. White* (*Phys. Rev.* 7, S. 682, 1916) die Konvektion zwischen horizontalen und vertikalen Platten für verschiedene Entfernungen untersucht. Bei vertikalen Platten findet keine Übertragung durch Konvektion statt, solange die Luft

parallel dazu strömt; diese tritt erst ein, wenn sie auf die Platten auftritt oder von ihnen wegströmt. Daraus folgt, daß bei nicht zu niedrigen Platten der Wärmeübergang durch Konvektion von der Höhe unabhängig und somit die für das cm² übertragene Wärmemenge umgekehrt proportional zur Höhe, ferner die Strömungsgeschwindigkeit proportional zur Temperaturdifferenz und für unendlich große Platten theoretisch proportional zur dritten Potenz des Abstandes ist. Infolge der Randwirkung kann man sie praktisch aber eher proportional zur vierten Potenz ansetzen. Die Konvektion zwischen horizontalen Platten beträgt bei solchen von 8 cm Durchmesser etwa das Doppelte von den bei vertikal gestellten Platten. Man muß deshalb den Luftzwischenraum verhältnismäßig eng halten. Beträgt dieser bei einem Kalorimeter von 16 cm Höhe 12 mm, so ist die Änderung des Abkühlungsfaktors bei einer Temperatursteigerung um 10° 6 %. Vermehrt man den Abstand um 3 mm, so erreicht diese Änderung den doppelten Wert, während die Abkühlung selbst nur um 20 % abnimmt. Bei sehr großen Kalorimetern, bei welchen man mit kleinen Temperaturdifferenzen arbeitet, kann man den Luftzwischenraum etwa im Verhältnis der linearen Abmessungen vergrößern, so daß diese auch hierin große Vorteile aufweisen. B.

Über die Ursachen des Zwittertums und künstliche Zwitterbildung (*L. Kathariner*, Münchener Medizinische Wochenschrift, Band 40, 1917). Verf. führt aus, daß die sogenannten sekundären Geschlechtsmerkmale in somatischer und psychischer Beziehung der zweigeschlechtigen Tiere und des Menschen bedingt sind vom Vorhandensein einer besonderen Gewebsart, des interstitiellen Gewebes. Nach einer Wiedergabe der Beschreibung desselben von *F. Leydig* und dem Anatomen *Henle* wird unter Beifügung zweier Abbildungen über die von *E. Steinach* in der biologischen Versuchsanstalt in Wien ausgeführten Versuche an Meerschweinchen berichtet. Beide Geschlechter unterscheiden sich bei dieser Tierart durch erheblichere Körpergröße, Massigkeit des Skeletts, gröbere Behaarung, Streitsucht usw. des Männchens und gracileren Körperbau, weichere Behaarung, stärker entwickelte Milchdrüsen usw. des Weibchens. Wurden nun bei beiden Geschlechtern die Keimdrüsen entfernt und dafür die des anderen Geschlechts transplantiert, so erfolgte nicht nur eine Umstimmung des betreffenden Individuums in bezug auf die sekundären Merkmale, sondern bei den vormaligen Weibchen eine Hypermaskulierung und bei den vormaligen Männchen eine Hyperfeminierung. Wie die mikroskopische Untersuchung ergab, wurde diese über das Normale hinausgehende Umstimmung der Geschlechtscharaktere durch eine Hypertrophie des überpflanzten andersgeschlechtlichen Interstitiums bedingt. Finden sich bei einem Individuum eines zweigeschlechtlichen Tieres oder des Menschen sekundäre Merkmale beider Geschlechter in somatischer und psychischer Beziehung, so ist die Ursache dieses Zwittertums darauf zurückzuführen, daß neben dem homologen, d. h. der Keimdrüse entsprechenden Interstitium auch das des anderen Geschlechts mehr oder weniger gut entwickelt ist. Beim Embryo nämlich ist beiderlei interstitielles Gewebe angelegt, während die Differenzierung erst im Laufe der Entwicklung erfolgt und mit dem Eintritt der Pubertät ihren Abschluß erreicht.

Autoreferat.

Die „Schwefelflechte“ der Sächsischen Schweiz. (*A. Schade*, Abhandl. d. „Isis“, Dresden, Jahrg. 1916.) Es wird festgestellt, daß im wesentlichen 5 Flechtenarten

die eigentümliche gelbe, weithin leuchtende Bekleidung hervorrufen, die so ungemein häufig und in großen Umfängen an den Felswänden des Elbsandsteingebirges auftritt. In erster Linie ist es *Biatora lucida* (Ach.) und die in ihrer systematischen Stellung immer noch völlig unklare *Lepraria chlorina* Fic. Sodann außerordentlich häufig *Chaenotheca arcuaria* (Hampe), deren Artidiagnose berichtigt wird. Schließlich vereinzelt und weniger auffällig *Coniocybe furfuracea* (L.) und das durch seine sonstige Seltenheit bemerkenswerte *Cubicium corynellum* Ach. Damit werden verglichen sonstige Funde in Sachsen, und für *Chaenotheca arcuaria* und *Calicium corynellum* soweit als möglich ihre geographische Verbreitung mitgeteilt. Bezüglich der beiden letzteren wäre der Verfasser für Mitteilung neuer Funde oder Zusendung von Belegstücken sehr dankbar. *Autoreferat.*

Die Gervilleiabänke des mittleren Buntsandsteins. Die große Einförmigkeit der Buntsandsteinformation, die weite Gebiete der deutschen Heimat aufbaut, läßt die spärlichen organischen Reste, die in ihr auftreten, doppelt wertvoll erscheinen. Zu erneutem unverdrossenen Suchen in dieser scheinbar so eintönigen Schichtenfolge anzuregen, ist ein Vortrag von *Blankenhorn*¹⁾ geeignet. Die von ihm gegebene Übersichtstabelle der Fossilhorizonte des Buntsandsteins in Norddeutschland wird dabei gute Dienste leisten. Hier sei nur auf einen Punkt hingewiesen, zu dem *Ew. Wüst*²⁾ eine wertvolle Ergänzung der Angaben *Blankenhorns* lieferte. Für den mittleren Buntsandstein und seine Bildungsgeschichte besitzen einige Muschelhorizonte mit kleinen Zweischalern, die sogenannten *Gervilleiabänke*,

Bedeutung. *Blankenhorn* hat deren zwei im Knüllgebirge auffinden können, die er als wirklich durchgehende Lagen betrachtet, da sie vorher in gleicher Zahl von *Wüst* im östlichen Harzvorland und von *Grupe* im Solling festgestellt worden waren. Demgegenüber führt *Wüst* den Nachweis, daß es im östlichen Harzvorland sicher noch einen dritten (mittleren) Gervilleiahorizont gibt, der sich auch in einer von *Picard* bearbeiteten Tiefbohrung nachweisen läßt. Trotz der weiten Verbreitung der Muschelbänke ist es nicht ratsam, für ihre genaue Gleichaltrigkeit in den einzelnen Gebieten einzutreten. W.

Eine zusammenhängende kartographische Darstellung der Dünengebiete Norddeutschlands gibt zum ersten Male *Keilhack* in den Monatsberichten der Deutschen Geologischen Gesellschaft (Nr. 1—4, Berlin 1917). Es bedeutet das ganz ohne Zweifel einen wichtigen Fortschritt für die Erkenntnis der natürlichen Gesetzmäßigkeiten, die der geographischen Verbreitung des Dünephänomens zugrunde liegen. Die Karte zeigt auf den ersten Blick das bedeutende Vorherrschen der Festlands- (Binnen-)Dünen über die Küstendünen, die die Nordsee von Calais bis Dünkirchen umsäumen. Die großen Dünengebiete Norddeutschlands sind fast ausschließlich an die breiten diluvialen Talzüge und die mit ihnen zusammenhängenden Staubecken und Sanderebenen gebunden. * Einer Besprechung der geographischen Verteilung schließen sich Erörterungen über den Untergrund der Dünen, über ihr Ursprungsmaterial, ihre Entstehung und ihr Alter an, das im wesentlichen in den älteren Abschnitt der Postglazialzeit zu verlegen ist. W.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 13. Juni 1917.

Herr F. v. Dabrigk trug vor über: *Einige Fragen aus der Kriegsmathematik.*

Herr G. Wetzl (a. G.) berichtet über *Versuche zur Theorie der histologischen Fixierung, mit Demonstrationen.* Der Verfasser hat physikalische Bestimmungen der Biegefestigkeit fixierter Gewebe angestellt. Einige Versuchsreihen sind auch über Zerreißfestigkeit ausgeführt worden. Der durch die Fixierungsmittel erreichte Festigkeitsgrad ist bei den einzelnen Mitteln außerordentlich verschieden. Bei weitem am bedeutendsten wird die Festigkeit durch Behandlung mit Azeton. Ihm steht der Alkohol absolutus nahe. Alle übrigen Fixierungsmittel folgen in etwas weiterem Abstände. Unter diesen finden wir die höchsten Werte z. B. beim Formaldehyd und bei der Chromsäure und Osmiumsäure, die niedrigsten bei der Essigsäure und Salpetersäure sowie dem Chloralhydrat. Für jede Gewebsart lassen sich die Fixierungsmittel nach der Festigkeit des fixierten Gewebes in eine bestimmte Reihe bringen. Die Reihen für die einzelnen Gewebe sind verschieden. Wichtig ist auch, daß die Reihe, in der sich die Fixierungsmittel gemäß ihrer festigenden Wirkung anordnen, nicht übereinstimmt mit der Reihe, die man erhält, wenn man sie (A. Fischer, Botaniker) nach ihrer eiweißfällenden Kraft anordnet.

¹⁾ Organische Reste im mittleren Buntsandstein Hessens. Sitzber. der Ges. z. Förderung d. ges. Naturw. zu Marburg, 1916.

²⁾ Die Zahl der Gervilleiabänke im mittleren Buntsandstein. Centralbl. f. Min. usw. Jg. 1916, Nr. 15.

Dagegen kann man unter gleichzeitiger Benutzung der Füllungsreihe und der Festigkeitsreihe theoretisch den Wert eines Fixierungsmittels beurteilen.

Sitzung vom 11. Juli 1917.

Herr F. König trug vor: *Über Anbau und Umbau des Knochens durch funktionelle Anpassung.* An Hand einer großen Anzahl von Röntgenaufnahmen aus der Chirurgischen Klinik in Marburg wird die Selbstregulierung von Gewebsschäden bei mit starker Verschiebung geheilten Knochenbrüchen gezeigt und dargelegt, wie die Bildungsweise der neuen Knochenteile vollständig im Sinne des von *Wilhelm Roux* aufgestellten Prinzipes der funktionellen Selbstgestaltung geschieht. Die Beanspruchung beim Gebrauch formt hiernach das Knochengebilde so, daß es dieser mechanisch je nach den Zug- und Druckverhältnissen am besten entspricht. Bei Kindern im ersten Lebensjahre oder bei sonstigem Nichtgebrauch, wie z. B. bei Lähmungen, wo keine Beeinflussung durch den Gebrauch vorhanden ist, zeigt sich jeder Knochen als einfache Stütze ohne Differenziertheit in der zunächst von Natur aus gegebenen Form. Diese ist das einzige, was sich vererbt. Die feinere Ausgestaltung formt sich erst beim Gebrauch bei jedem einzelnen Individuum neu.

Sodann berichtet Herr W. Berblinger über: *Untersuchungen über Regenerationsvorgänge an schußverletzten Nerven.* In früheren Mitteilungen hatte *Berblinger* gefunden, daß gewucherte Schwannsche Zellen (kernreiche plasmatische Bänder) in der Narbe die Leitbahn abgeben für die vom zentralen Nervenstumpf neugebildeten marklosen Nervenfasern. An weiteren Beobachtungen an einem größeren Material wurde unter anderem auch verfolgt, welche Bedeutung die Zellbänder für die Regeneration des Achsenzylinders haben. Von seinen

Resultaten teilte Vortragender folgendes mit: Das proximale Ende des peripheren Nervenstücks ist völlig frei von Neurofibrillen und Fibrillenbündeln, zeigt das Bild des total sekundär entarteten Nerven, wenn die die Stümpfe trennende Narbe rein bindegewebig ist und keine Nervenfasern enthält. Nach den Untersuchungen am schußverletzten Extremitätennerven des Menschen gibt es keine autogene Regeneration in dem Sinne, daß im abgetrennten Stück imprägnierbare Fibrillen sich bilden. Die Faserneubildung geht stets vom zentralen Ende aus im Anschluß an die alten Fasern desselben. Die oben erwähnte Leitbahn geht wahrscheinlich in ihrer Ausbildung dem Vordringen der neuen Achsenzylinder zeitlich voraus. Damit aber bilden sich die Zellbänder bis zu einem gewissen Grade zurück, das Faserwachstum erfolgt auf Kosten der in den Schwannschen Zellen angehäuften Plasmamassen. Im Zusammenhang hiermit bespricht *Berblinger* nochmals den Wert der Heldschen Lehre von der Nervenentstehung. Bei der Nervenregeneration findet freilich keine vollständige Wiederholung der embryonalen Nervenentwicklung statt. Ein Vordringen neugebildeter Neurofibrillen und Fibrillenbündel ins Bindegewebe hat Verfasser zwar auch in den Schußnarben der Nerven gesehen. Aber solche Fasern zeigen vielfach wieder die ersten Anfänge einer Entartung. Ohne die Schwannschen Zellen sind diese jungen Fasern nicht dauerhaft. Auch diese Tatsache weist auf die hohe Bedeutung der Schwannschen Zellen bzw. der aus ihnen hervorgegangenen Zellbänder für den Regenerationsprozeß hin. Im übrigen sei wegen histologischer Einzelheiten auf eine in Zieglers Beiträgen erscheinende Arbeit verwiesen.

Sitzungsberichte der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur.

13. Dezember. Sitzung der zoologisch-botanischen Sektion.

Prof. Dr. Th. Schube berichtete über die „Ergebnisse der Durchforschung der schlesischen Gefäßpflanzenwelt im Jahre 1917“, unter Vorweisung der Belegstücke. Aus der großen Zahl der Angaben seien neben derjenigen neu verschleppt beobachteter (*Crataegus coccinea* und *Martynia proboscoidea*) als pflanzengeographisch interessant erwähnt *Lycopodium complanatum* und *Menyanthes trifoliata* von Heinrichswalde bei Wartha, *Scheuchzeria palustris* von Ponoschau, Kr. Lublinitz, *Festuca sciuroides* von Belschnitz, Kr. Ratibor, *Juncus alpinus* aus dem Schwarzwald bei Lublinitz, *Lilium bulbiferum* von Lauterbach, Kreis Bolkenhain, *Ornithogalum tenuifolium* von Gleinau bei Leubus, *Muscari comosum* von Hochkirch, Kr. Glogau, *Rumex alpinus* von Gansberg bei Hirschberg, *Cerastium brachypetalum* von Crayn, Kr. Liegnitz, *Veronica aquatica* von Tepliwoda, Kr. Münsterberg, *Orobancha lutea* vom Zogelberge bei Woischnik und *Sambucus Ebulus* von Lubetzko bei Lublinitz. — Ferner gab derselbe „Nachträge zum Waldbuch von Schlesien“, unter Vorführung zahlreicher Lichtbilder. Seine Studienfahrten zur Feststellung der dendrologischen „Naturdenkmäler“ Schlesiens waren in diesem Jahre besonders ausgedehnt (gegen 5500 km mit dem Fahrrad und reichlich 1000 km auf Fußwanderungen), seine zu aufklärenden Vorträgen benutzte Lichtbildersammlung wuchs um etwa 250 Nummern auf mehr als 1600 an. Aus den vielen Einzelangaben seien hier nur die Stücke genannt, von denen im Jahresbericht Abbildungen gebracht werden: ein Kornelkirschenbaum in Ohlau von 2,03 m Umfang (in Brusthöhe), eine prächtige Hainbuche in Radau, Kr. Rosenberg, eine *Juglans nigra* von reichlich 5 m Umfang in Deutsch-Krawarn und eine abenteuerlich gestaltete Bruchweide in Groß-Strehlitz.

16. Januar. Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion.

Professor Dr. Clemens Schaefer, *Die Bahnkurve des Foucaultschen Pendels mit einer Demonstration*. Auf einer mit Ruß geschwärzten, um eine vertikale Achse sich langsam drehenden großen Hohlkugel zeichnet eine kleine Stahlkugel die Bahnkurve des Foucaultschen Pendels, wenn letztere Kugel ohne relative Anfangsgeschwindigkeit zur Hohlkugel von einem Punkte der Hohlkugel losgelassen wird und in derselben rollt.

Professor Dr. Albert Beutell, *Methoden zur Erforschung des Wassergehaltes der Zeolithe*. Der Vortragende spricht über Zeolithe und Speiskobalt, deren Untersuchung er teils allein, teils gemeinschaftlich mit Dr. Blaschke, Dr. Lorenz und Dr. Stoklossa durchgeführt hat. Die Entwässerung gibt weder bei den Zeolithen noch bei anderen Mineralien, welche mehrere lose gebundene Wassermoleküle enthalten, einen Aufschluß über die Art des Wassers (ob chemisch gebunden oder gelöst), weil dasselbe gleichmäßig entweicht. Erst der entgegengesetzte Weg, d. h. die Einwirkung von feuchter Luft bei verschiedenen Temperaturen, läßt bei den vorher entwässerten Mineralpulvern deutliche Haltepunkte hervortreten, welche den einzelnen Wassermolekülen entsprechen. Demgemäß befindet sich das Wasser der Zeolithe nicht in fester Lösung, sondern ist chemisch gebunden. Eben so wenig läßt die Entarsenierung bei Arseniden Schlüsse auf ihre Zusammensetzung zu. Nur die Sättigung mit Arsen dampf lieferte bei Speiskobalt und Löllingit die einzelnen Komponenten, welche dann durch Anätzen polierter Schiffe auch im mikroskopischen Bilde unterschieden werden konnten.

Dr. Hermann Senfleben und Dr. Elisabeth Benedict, *Temperaturbestimmung leuchtender Flammen*. Die Verfasser geben eine Methode zur Temperaturbestimmung leuchtender Kohlenstoffflammen an, die auf der Annahme beruht, daß ein in eine derartige Flamme eingeführter Körper nur dann beruht, wenn seine Temperatur niedriger als die der Flamme ist. An einem in die Flamme eingeführten Platindraht, der durch Zuführung elektrischer Energie auf beliebige Temperaturen gebracht werden kann, wird also gerade dann die Rußabscheidung aufhören, wenn die Temperatur der Flamme mit seiner eigenen identisch ist. Diese kann auf Grund der Messung der schwarzen Temperatur und des bekannten Reflexionsvermögens des Platins ermittelt werden. Durchgeführt wurde diese Methode an der Hefnerkerze, deren Temperatur sich zu 1690° abs. ergab. Die gute Übereinstimmung dieses Wertes mit bereits vorliegenden auf Strahlungsmessungen beruhenden Bestimmungen der Temperatur der Hefnerkerze läßt die Zulässigkeit der zu Grunde gelegten Hypothese erkennen.

17. Januar. Sitzung der zoologisch-botanischen Sektion.

W. Grosser, *Krankheiten und Beschädigungen von Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1917*. Besprochen wurden u. a. häufigere Pilzkrankheiten an Halmfrüchten (Gelbrost, Mehltau) und Kartoffeln (Stengelfäule, Dürffleckenkrankheit), sowie deren zeitweise Verbreitung in der Provinz. Eine Massenentwicklung der Erdräupen (*Agrotis segetum*) brachte schwere Schäden für Rüben, Kartoffeln und Gemüse. Die Kohl- und Krauternte wurde, abgesehen von Dürreschäden, ungemein beeinträchtigt durch den Fraß der Raupen des Kohlweißlings, welche in selten gesehenen Mengen sich einstellten, nachdem große Schwärme des Schmetterlings in der Provinz beobachtet wurden. An Obstbäumen verursachten die Raupen des Frostspanners und des Goldäfers stellenweise sehr fühlbaren Schaden. Ein seltener an Kulturpflanzen auftretender Schädling, der Rainfarnkäfer *Galeruca tanauti*, beschädigte Kartoffelkraut im Kreise Landeshut.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 12.

22. März 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

ist die Strahlung der Sonne veränderlich? Von *Prof. Dr. P. Guthnick, Berlin-Neubabelsberg.* S. 133.
Albertus Magnus und Goethe. Von *Prof. Dr. E. Küster, Bonn.* S. 137.

Zur Frage der Erzeugung möglichst harter Röntgenstrahlen. S. 139.

Astronomische Mitteilungen:

Ein eigenartiger Asteroidenfund. Erfahrungen mit neuen Riefler-Uhren. S. 142.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 143.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kritische Theorie der freien Riefler-Hemmung

Von

Dr.-Ing. Hermann Bock,

Regierungsbauführer a. D., Hamburg

Mit 14 Textfiguren

1910. Preis M. 2.40

Tabellen der Luftgewichte γ_t^b , der Druckäquivalente β_t^b und der Gravitation g .

Von

Dr. S. Riefler,

München

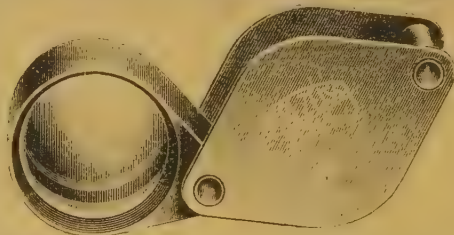
1912. Preis gebunden M. 6.—

(Siehe Notiz Seite 142)

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%.

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

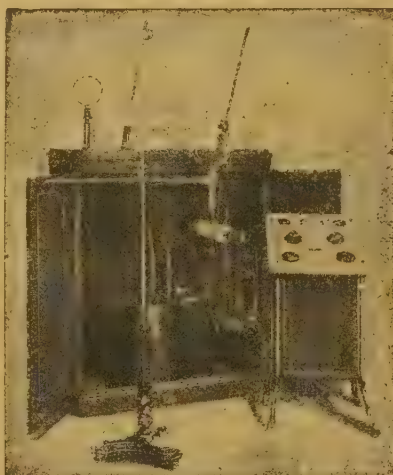


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

22. März 1918.

Heft 12.

Ist die Strahlung der Sonne veränderlich?

Von Prof. Dr. P. Guthnick,
Berlin-Neubabelsberg.

Die Frage der Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung ist eine alte. Zum ersten Mal mit bekanntem Ergebnis in Angriff genommen hat sie wohl G. Müller bei der Diskussion seiner langjährigen photometrischen Beobachtungen der großen Planeten¹⁾. Es ist ja ohne weiteres ersichtlich, daß Schwankungen der Sonnenstrahlung innerhalb des sichtbaren Spektralgebietes in der Helligkeit der Planeten nahezu gleicher Weise sich bemerkbar machen müssen. Die in Potsdam 1877—91 ausgeführten Messungen an Mars, Jupiter, Saturn und Uranus zeigten bei allen vier Planeten ein Anwachsen der Helligkeit vom Ende der siebziger Jahre bis zum Jahre 1882 oder 1883 und darauf eine etwas langsamere Abnahme bis zum Ende der achtziger Jahre. Der Umfang der Helligkeitsschwankung betrug im Durchschnitt aus den vier Planeten etwa 0,15^m oder 14 % der mittleren Helligkeit. Die größte Lichtstärke der Planeten traf nahe mit dem Sonnenfleckmaximum (1883,9), die kleinste mit dem Sonnenfleckminimum (1878,9 und 1889,6) zusammen. Der Verlauf der Schwankung — steiler Anstieg und langsamerer Abfall — war ähnlich dem Verlauf der Kurve der Fleckenhäufigkeit der Sonne. Eine spätere, 1901—11 auf der Harvard-Sternwarte von King erhaltene Reihe photographischer Helligkeitsbestimmungen an Jupiter ergibt, wie Müller zeigt, ein deutliches Maximum der Helligkeit des Planeten auf 1905, während das Sonnenfleckmaximum 1906,4 eintrat. Der Betrag von 14 % ist für visuelle oder gewöhnliche photographische Helligkeitsbestimmungen ein äußerst geringer, aber die Zahl der diskutierten Messungen ist so groß und die Übereinstimmung der vier Planetenreihen untereinander so auffallend, daß die Schwankung wohl als gesichert angesehen werden darf. Hingegen ist bei der Deutung der Schwankung als einer entsprechenden Schwankung der Sonnenhelligkeit stillschweigend eine Voraussetzung gemacht worden, deren Gültigkeit einigem Zweifel unterworfen werden kann, nämlich die Voraussetzung, daß während des Zeitraumes der Messungen die Albedo oder Reflexionsfähigkeit der untersuchten Planeten, die sämtlich mit merklichen Atmo-

sphären umgeben sind, konstant geblieben sei. Zum mindesten für Jupiter jedoch liegen Wahrnehmungen von langsamen Veränderungen seiner Oberflächengebilde vor, die den Verdacht erregen könnten, daß die Fleckentätigkeit der Sonne einerseits und der Zustand der Atmosphärenhüllen und damit die Albedo ihrer Planeten andererseits in irgend einem Zusammenhang stehen. Bei der Erde hat Osthoff²⁾ aus Beobachtungen, die sich über zwei Sonnenfleckperioden erstreckten, geschlossen, daß die Form der Cirruswolken zur Zeit der Sonnenfleckmaxima eine andere ist, als zur Zeit der Sonnenfleckminima. Um die Frage restlos zu klären, wären demnach durch eine Sonnenfleckperiode hindurch fortgesetzte Helligkeitsbestimmungen entweder unmittelbar an der Sonne oder an einem atmosphärenlosen Planeten auszuführen. Nun hat sich gezeigt, daß unmittelbare Helligkeitsbestimmungen an der Sonne unzuverlässig sind; es bliebe daher gegenwärtig als das günstigste Objekt für die Untersuchung der Erdmond übrig, der mit Sicherheit praktisch atmosphärenlos ist. Leider bereiten die komplizierten Phasenverhältnisse des Mondes (Libration!) möglicherweise nicht unerhebliche Schwierigkeiten, die vielleicht nicht ohne einen größeren Arbeitsaufwand zu überwinden sein werden.

Die Frage der Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung trat in ein neues Stadium, als Langley 1904 anzeigte, daß die 1902 unter seiner Leitung von Abbot auf dem Smithsonian Astrophysical Observatory begonnenen kombinierten pyrheliometrischen und bolometrischen Bestimmungen der Solarkonstante Anzeichen schneller verlaufender Schwankungen der Sonnenstrahlung verraten, die möglicherweise auch außerhalb der Erdatmosphäre beständen²⁾. Es wurde eine Abnahme der Sonnenstrahlung beobachtet, die gegen Ende März 1903 begann und etwa 10 % des Wertes der Solarkonstante betrug. Im Februar 1904 war der normale Wert der Solarkonstante wieder vorhanden. Langley war geneigt, diese Abnahme der Sonnenstrahlung in der Sonne selbst zu suchen und berechnete unter dieser Voraussetzung, daß ihr eine Temperaturabnahme auf der Erdoberfläche von maximal 7,5° C hätte entsprechen müssen. Temperaturbeobachtungen an 89 Stationen der nördlichen gemäßigten Zone ergaben für die Zeit März—April 1903 eine durchschnittliche Temperaturabnahme von 2° C; auf den Inlandstationen allein war sie im Durchschnitt noch erheblich größer.

¹⁾ Publ. des Astrophys. Observatoriums zu Potsdam, Bd. 8; Müller, Photometrie der Gestirne; Astr. Nachr. Bd. 197, S. 385. Ich zitiere das folgende teilweise mit Müllers eigenen Worten.

²⁾ Astr. Nachr., Bd. 170, S. 89.

²⁾ Astrophys. Journ., Bd. 19, S. 305.

Die Bestimmung der Solarkonstante, die im letzten Jahrzehnt vor dem Kriege die Hauptaufgabe des Smithsonian Astrophysical Observatory war, hat Abbot — nach Langleys 1906 erfolgtem Tode dessen Nachfolger in der Leitung des Instituts — mit seinen Mitarbeitern Fowle und Aldrich energisch fortgesetzt. Insbesondere wurde auch die Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung eingehend erforscht. Es wurden je zwei Expeditionen auf den 4420 m hohen Mount Whitney und nach Bassour in Algier entsandt, um mit einer beständigen Station auf dem 1750 m hohen Mount Wilson korrespondierende Messungen zu erhalten. Das Ergebnis dieser in den Annalen des Instituts¹⁾ niedergelegten Untersuchungen faßt Abbot dahin zusammen, daß die Strahlung der Sonne, gemessen auf dem Mount Wilson, *beständigen* unregelmäßigen Schwankungen von 2 % bis 10 %, im Durchschnitt etwa 7 %, unterliegt, die häufig eine 7—10-tägige Periode zeigen. Da die gleichzeitigen Messungen in Algier mit denen auf dem Mount Wilson einen wesentlich parallelen Gang der Schwankungen ergaben, so müsse der Ursprung derselben in der Sonne selbst zu suchen sein und nicht in Schwankungen der Durchlässigkeit der Erdatmosphäre, da es unwahrscheinlich sei, daß solche an zwei Orten, die um ein Drittel des Erdumfanges voneinander entfernt sind, gleichzeitig auftreten.

Was verhältnismäßig so beträchtliche Schwankungen der Sonnenstrahlung für die Meteorologie und überhaupt für das gesamte Leben auf der Erde zu bedeuten haben würden, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Die Schwäche des Langley-Abbotschen Verfahrens, die die amerikanischen Beobachter keineswegs leicht genommen haben, wie die mehrfachen kostspieligen Expeditionen beweisen, liegt darin, daß die Bestimmungen der Solarkonstante *absolute* im astronomischen Sinne, d. h. daß sie nicht auf eine konstante außerirdische Lichtquelle bezogen sind, was bei der Sonne praktisch nicht ausführbar ist. Infolgedessen gehen die Schwankungen der Durchlässigkeit der Erdatmosphäre in die Beobachtungsergebnisse voll ein. Es würde hier zu weit führen, auseinanderzusetzen, auf welche Weise versucht wurde, diese Schwierigkeit zu überwinden. Die erwähnten Referate geben darüber näheren Aufschluß. Das Ergebnis kann aber nur dann ein einwandfreies sein, wenn die angewandten Methoden wirklich alle, nicht nur die regelmäßigen, Durchlässigkeitsschwankungen der Erdatmosphäre erfassen, worüber Gewißheit zu erlangen auf dem befolgten Wege schwerlich möglich ist.

Des weiteren geben die pyrheliometrischen Be-

stimmungen keinen Aufschluß darüber, welches die wahre Periode der Schwankungen sei, falls sie wirklich als der Sonne angehörend zu betrachten wären. Wenn sie z. B. durch Pulsationen des gasförmigen Sonnenkörpers hervorgerufen würden, so kämen Perioden bis herab zu rund 2 Stunden in Betracht¹⁾. So kurze Perioden konnten aber durch die pyrheliometrischen Bestimmungen der Solarkonstante ihrer ganzen Anlage nach nicht ermittelt werden, die in diesem Falle vielmehr den Eindruck langsamerer, unregelmäßiger Schwankungen von Tag zu Tag erwecken mußten.

Um den Ursprung der Abbotschen Schwankungen der Sonnenstrahlung festzustellen, wurden von uns, meinem Mitarbeiter R. Prager und mir, Anfang 1914 Helligkeitsmessungen an den großen Planeten mittels der lichtelektrischen Methode begonnen und bis zur Gegenwart fortgesetzt. Die Messungen sind differenziell angelegt, d. h. die Planeten wurden mit geeigneten, nicht zu weit entfernten Fixsternen konstanter oder jedenfalls kontrollierter Helligkeit verglichen, so daß die Durchlässigkeitsschwankungen der Erdatmosphäre, deren regelmäßiger, berechenbarer Teil selbstverständlich mit möglichster Strenge eliminiert wurde, in der Regel praktisch völlig herausfallen. Natürlich mußten wir dafür den bereits erwähnten Nachteil, etwaige Veränderlichkeit der Albedo der gemessenen Planeten, in Kauf nehmen. In der Tat schien anfangs an dieser Klippe die Untersuchung scheitern zu wollen. Die zuerst ausgewählten Planeten waren Mars und Saturn. Mars zeigte in den beiden Erscheinungen 1914 und 1916 beträchtliche periodische Helligkeitsschwankungen im Umfange von 18 %, die mit seiner Rotationsperiode zusammenhingen und offenbar durch die Flecken seiner Oberfläche verursacht werden. Daneben traten aber viel kleinere unregelmäßige Abweichungen auf, die wir auf Veränderungen seiner Albedo infolge atmosphärischer Vorgänge auf dem Planeten zurückführen möchten. Es ist bekannt, daß fast sämtliche neueren Marsbeobachter erhebliche Schwankungen der Durchsichtigkeit der Marsatmosphäre erwähnen, welche die Sichtbarkeit der eigentlichen Oberflächengebilde stark beeinflussen²⁾. Mars schied daher für die Untersuchung aus. Die Helligkeit des Saturn zeigte keine regelmäßigen Schwankungen, hingegen wurden einzelne etwas stärkere Abweichungen von der mittleren Helligkeit beobachtet, von denen wir zunächst nicht mit Gewißheit sagen konnten, ob sie reellen Helligkeitsänderungen des Planeten bzw. der Sonne entsprachen oder durch lokale Störungen der Durchsichtigkeit der Erdatmosphäre verursacht wurden. Das eine allerdings konnte schon damals festgestellt werden: Das Verhalten der Helligkeit des Saturn zeigte keine Ähnlichkeit mit den von Abbot beobachteten beständigen Schwankungen der Solarkonstante.

¹⁾ Annals of the Astrophys. Observatory of the Smithsonian Institution. Bd. 1—3. Referat von E. Freundlich, diese Zeitschrift, 3. Jahrg., S. 606. Vgl. ferner die sehr eingehende Besprechung von E. Kron, Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellschaft, 49. Jahrg., S. 53 bis 80.

²⁾ Emden, Gaskugeln.

²⁾ Vgl. Lou, Astr. Nachr. Bd. 204, S. 81, 201, 297.

Die Untersuchung der Frage wurde dann verschoben bis zum Sommer 1916. Zu dieser Zeit wurde es uns durch eine Unterstützung aus der *Jagor-Stiftung* ermöglicht, die Einrichtung eines lichtelektrischen Apparates zu beginnen, der vornehmlich der Erledigung der Frage der Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung dienen soll. Der Apparat besteht aus zwei parallaktisch montierten, mit Uhrwerk versehenen und miteinander verbundenen Fernrohren, mit denen gleichzeitige lichtelektrische oder lichtelektrische und thermoelektrische absolute Messungen an der Sonne, oder differenzielle lichtelektrische Messungen am Monde ausgeführt werden können. Die Messungen an der Sonne sollten in möglichst verschiedenen Spektralgebieten erfolgen, um womöglich ein Mittel zu gewinnen, Schwankungen der Durchlässigkeit der Erdatmosphäre von reellen Schwankungen der Sonnenhelligkeit zu trennen. Die bisherigen vorläufigen Versuche haben nun ergeben, daß absolute Messungen an der Sonne in unserem Klima keine Aussicht auf Erfolg bieten. Es blieb daher zunächst der Mond allein übrig, dessen Messung (differenziell) im Winter 1916/17 begonnen werden sollte, aber der Einberufung meines Mitarbeiters zum Heere und der Kriegsverhältnisse

einer Meßgenauigkeit von $\frac{1}{2}\%$ natürlich eine ganz andere Rolle als bei den bisherigen astrophotometrischen Methoden mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von etwa 5%.

Es wurden im Frühjahr 1917 Messungen an Saturn, im Herbst und Winter 1917 Messungen an Jupiter ausgeführt. Diese Messungen haben zu einem überraschenden, von uns selbst allerdings auf Grund unserer älteren Reihe an Saturn bereits vermuteten Ergebnis geführt, weshalb ich diese drei Reihen in abgekürzter Form mitteilen werde. Die Messungsergebnisse selbst, die aus Vergleichen der Planeten mit den Vergleichsternen β Geminorum für Saturn, ϵ Tauri für Jupiter bestehen, sind hier ohne Interesse; statt dessen sind die Abweichungen der Helligkeitsbestimmungen von ihrem Gesamtmittel in Größenklassen gegeben. Es entspricht $0,01^m$ sehr nahe 1% der Helligkeit. Das negative Vorzeichen bedeutet größere Helligkeit des Planeten. Ein Doppelpunkt zeigt geringere Zuverlässigkeit der betreffenden Bestimmungen infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse an. Einige wenige Bestimmungen, in deren Verlauf besonders starke und schnelle Durchsichtigkeitsschwankungen der Atmosphäre oder gar Wolken auftraten, sind natürlich nicht benutzt worden.

S a t u r n			S a t u r n			J u p i t e r		
1914—1915		Abweichung	1917		Abweichung	1917—1918		Abweichung
November 17	..	— 0,040 m	Februar 8	...	— 0,010 m	Oktober 16	..	0,000 m
	28	— 0,004		14	— 0,001		24	+ 0,008
Dézember 15	..	— 0,006		15	— 0,012	November 4	..	— 0,010
Januar 19	..	— 0,005		28	+ 0,010		8	+ 0,002
	20	+ 0,006	März 1	...	+ 0,008		15	0,000
	21	+ 0,016		4	+ 0,002		21	— 0,002
	28	+ 0,016		6	+ 0,012	Dezember 3	..	+ 0,010
Februar 3	..	+ 0,005		10	+ 0,013		10	— 0,006
	4	+ 0,020		15	— 0,001		18	— 0,002
	11	+ 0,009	April 23	...	— 0,003		19	+ 0,002
	16	+ 0,013	Mai 1	...	— 0,008		20	+ 0,002
	20	— 0,027		3	— 0,011		22	— 0,004
März 20	..	+ 0,016				Januar 8	..	0,000
	22	— 0,016						
	29	+ 0,016						
April 2	..	— 0,016						

wegen vorerst unterbleiben mußte. Inzwischen wurde jedoch von neuem versucht, auf dem Wege über die Planeten der Natur der Abbotschen Strahlungsschwankungen näher zu kommen, diesmal mit mehr Erfolg, da seit der ersten Untersuchung wesentliche Verbesserungen und Ergänzungen des Apparates sowohl wie des Beobachtungsverfahrens eingeführt worden waren, und auch die Erfahrung bezüglich möglicher Vermeidung terrestrisch-atmosphärischer Störungen erheblich zugenommen hatte¹⁾. Letztere spielen bei

¹⁾ Ausführlichere Mitteilungen hierüber werden in einer im Druck befindlichen Veröffentlichung der Sternwarte gemacht.

Die Messungen von 1914/15 sind noch mit dem alten unvollkommenen Apparat und wegen Fehlens gewisser notwendiger Vorrichtungen in weniger zweckmäßiger Anordnung als die späteren ausgeführt worden; sie haben eine wesentlich geringere Genauigkeit als diese. Mit vielleicht einer Ausnahme, 1914 November 17, sind die wenigen größeren Abweichungen durch schlechte Witterungsverhältnisse und die unvorteilhafte Anordnung der Messungen völlig erklärt. Übrigens sind die Witterungsverhältnisse in unserem Klima während der Monate November bis Februar für sehr genaue astrophotometrische Untersuchungen fast beständig sehr ungünstig,

und die dadurch entstehenden Schwierigkeiten erst durch längere Erfahrung zu überwinden. Da in unseren Breiten nur die Winteroppositionen der Planeten für die vorliegende Aufgabe in Betracht kommen, so könnte man diesen Schwierigkeiten allein durch die Verlegung des Beobachtungsortes in südlichere Gegenden aus dem Wege gehen. Auch die Bestimmung 1914 November 17, die die stärkste Abweichung zeigt, ist unter mäßigen Bedingungen erhalten, beruht auf nur einer vollständigen und einer unvollständigen Vergleichung des Planeten mit dem Vergleichstern, und die Anordnung der Messungen war sehr unzweckmäßig.

Man bemerkt, daß beide Reihen von Saturn eine flache Welle in den Abweichungen mit einem positiven Maximum ungefähr in der Mitte der Zeiträume aufweisen. Bei der Eliminierung des Einflusses der Phase auf die Helligkeit¹⁾ ist wegen des Umstandes, daß nur eine Messung, 1914 Dezember 15, in unmittelbarer Nähe der Opposition des Planeten erhalten wurde, die übrigen dagegen in dem Phasenintervall 2,6° bis 6,3°, also alle weit von der Opposition entfernt, liegen, angenommen worden, daß der Phaseneffekt dem Phasenwinkel proportional sei. Dies ist in Strenge offenbar nicht der Fall gewesen. Gemäß der Seeligerschen Theorie der Ringhelligkeit muß in der Umgebung der Opposition eine beträchtliche

Zunahme des Differentialquotienten $\frac{dH}{d\varphi}$ (H = Helligkeit, φ = Phasenwinkel) stattfinden, und zwar eine um so ausgeprägtere, je dünner die den Ring bildenden Teilchen den Raum erfüllen. Dies würde auch in dem von den Messungen bedeckten Phasenintervall noch eine eben merkbliche Abweichung von einer geradlinigen Phasenhelligkeitskurve in dem beobachteten Sinne verursachen können.

Die Wirkung der Beschattung des Ringes durch die Kugel ist äußerst gering und außerdem mit großer Annäherung dem Phasenwinkel proportional. Sie ist nicht berücksichtigt, da sie durch den empirisch bestimmten Phasenkoeffizienten praktisch völlig eliminiert wird. Der Schatten des Ringes auf der Kugel lag 1917 während der ganzen Zeit der Beobachtung, 1914/15 von Ende Dezember ab am Innenrande des Ringes, wo er durch den inneren dunklen Ring ver-

deckt wird, ist also photometrisch wohl unmerklich gewesen. Die Berücksichtigung dieser Einflüsse ist mittels der Formeln und Tafeln, die v. Seeliger in seiner bekannten ersten Abhandlung über die Theorie der Beleuchtung des Saturn gibt, jederzeit mit aller wünschenswerten Strenge möglich.

Unter Beachtung der vorstehenden Bemerkungen ergibt sich aus den drei mitgeteilten Reihen folgendes Resultat:

Die Sonnenhelligkeit war von Ende November 1914 bis Anfang April 1915, von Anfang Februar bis Anfang Mai 1917 und von Mitte Oktober 1917 bis Anfang Januar 1918 innerhalb $\pm 1\%$ konstant.

Da die amerikanischen Bestimmungen der Solarkonstante zum Teil in die gleiche Phase der Sonnenfleckentätigkeit wie die hiesigen lichtelektrischen Messungen an den Planeten fallen, so wird der Einwand hinfällig, daß die Schwankungen der Sonnenstrahlung vielleicht nur an bestimmte Phasen der Fleckentätigkeit gebunden seien. Auch zeigen die amerikanischen Messungen, die für die Jahre 1905, 1906, 1908—11 (Frühjahr bis Herbst) im 3. Bande der genannten Annalen, S. 118—120, bildlich dargestellt sind, zu keiner Zeit ein vorübergehendes Aufhören der Schwankungen.

Es haben daher mit großer Wahrscheinlichkeit die in Nordamerika und in Algier beobachteten Schwankungen der Sonnenstrahlung ihren Ursprung nicht in der Sonne selbst gehabt, sondern in Durchlässigkeitsschwankungen der Erdatmosphäre, die möglicherweise weite Gebiete derselben gleichzeitig betrafen.

Es muß noch erwähnt werden, daß das von den lichtelektrischen Messungen erfaßte Spektralgebiet praktisch zwischen den Grenzen 0,35 μ und 0,55 μ eingeschlossen ist, das pyrbeliometrisch erfaßte Gebiet dagegen zwischen den Grenzen 0,37 μ und 2,8 μ . Die Amplituden von Schwankungen der betrachteten Art nehmen nach allen bisherigen Erfahrungen mit abnehmender Wellenlänge zu, was Abbot auch für die von ihm beobachteten Schwankungen angedeutet fand.

Die lichtelektrischen Messungen an Saturn liefern auch Material zur Frage der 11jährigen Schwankung; sie konnten jedoch bisher nicht in dieser Richtung benutzt werden, da die Bestimmung gewisser empirischer Konstanten, deren Kenntnis erforderlich ist, noch aussteht.

Die beiden Planeten Saturn und Jupiter, deren eigentliche Oberfläche durch eine sehr dichte Wolkenhülle beständig verdeckt wird, haben sich somit bisher als geeignete Mittel zur Prüfung der Sonnenstrahlung auf kürzere Schwankungen erwiesen. Ob sie sich auch zur Prüfung des Vorhandenseins ganz kurzer Schwankungen von wenigen Stunden Perioden, deren Umfang nach den bisherigen Beobachtungen schwerlich 2 % übersteigen wird, und zur

¹⁾ Die Helligkeit eines Planeten ist, abgesehen von den veränderlichen Abständen Planet—Sonne und Planet—Erde, auch abhängig von der Phase, d. h. dem Winkel am Planeten in dem Dreieck Sonne—Planet—Erde. Die Phase gibt an, wieviel von der durch die Sonne beleuchteten Planetenoberfläche auf der Erde sichtbar ist. Sie ist 0°, wenn der Erde die ganze Tagseite des Planeten, 180°, wenn ihr die ganze Nachtseite zugekehrt ist (Vollmond, Neumond). Der Einfluß der Phase auf die Helligkeit ist aus physischen Gründen für jeden Planeten verschieden, stets aber größer, als nach den geometrischen Verhältnissen zu erwarten wäre. So beträgt das Licht des ersten und letzten Mondviertels im Mittel nicht die Hälfte, sondern nur $\frac{1}{8}$ des Vollmondlichtes.

Prüfung des Vorhandenseins einer langen, 11jährigen Schwankung eignen werden, steht noch dahin. Sollten sich tatsächlich aus durch mehrere Stunden hindurch fortgesetzten Planetenreihen ganz kurze Schwankungen ergeben, so würde ihr solarer Ursprung wegen der schnellen Rotation von Jupiter und Saturn zweifelhaft bleiben. Das Bedenken bezüglich der 11 jährigen Schwankung ist bereits eingangs berührt worden. Es wird also in jedem Falle nötig sein, den Mond zur Kontrolle heranzuziehen. Wenn später mächtigere optische Mittel als die gegenwärtigen bescheidenen von uns angewandten, oder noch beträchtlich empfindlichere Zellen die erreichbare untere Helligkeitsgrenze weiter herabgedrückt haben werden, dann bieten die helleren unter den gewiß meistens atmosphärenlosen kleinen Planeten beständig Gelegenheiten zur Prüfung der 11jährigen Schwankung dar.

Albertus Magnus und Goethe.

Von Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn.

Alles, was im Mittelalter über Biologie, insbesondere über die Naturgeschichte der Pflanzen, gedacht und geschrieben worden ist, wird durch das, was *Albert von Bollstätt* — derselbe, den seine Zeitgenossen bereits *Albertus Magnus* genannt haben — in den Schatten gestellt. Gerade die Botaniker haben Anlaß, sich für den Mann und sein Werk zu interessieren: sein Buch *De vegetabilibus* gehört nicht nur zu dem Umfassendsten und Vielseitigsten, was die botanische Literatur seit *Aristoteles* und *Theophrast* aufzuweisen hat, sondern überrascht vor allem durch seine Originalität und das Fortschrittliche vieler in ihm ausgesprochenen Gedanken.

Es hieße wohl, die Bedeutung seines Genies überschätzen, wollte man mit *Pouchet*¹⁾ *Albertus* als den Inaugurator der experimentell arbeitenden Periode naturwissenschaftlichen Forschens feiern: *Albertus Magnus* hat nicht nur nicht experimentiert²⁾, sondern vielleicht überhaupt die Achtung vor experimentellem Arbeiten und den Geist, mit dem solches betrieben werden will, nicht gekannt. Andererseits fordert die Gerechtigkeit, daß wir die Fähigkeit *Alberts*, kausale Probleme zu sehen, und sein Bedürfnis, wenigstens auf rationalistischem Wege sich um ihre Förderung zu bemühen, als ihn besonders auszeichnende Eigenschaften hervorheben. *Alberts* Interesse an den Organismen nimmt eben durch sie Formen an, die ihn an den Anfang einer Reihe zu stellen gestatten, die — über *Goethe* — zu den experimentell arbeitenden Morphologen unserer Zeit führt.

Aus seinem Werke *De vegetabilibus*, auf das

allein hier Bezug zu nehmen sein wird, lassen sich verschiedene Stellen anführen, deren Inhalt das Gesagte zu rechtfertigen genügt.

Die Beziehungen zwischen Lebensbedingungen und Habitus der Gewächse waren *Albert* bekannt — freilich handelt es sich bei seinen Äußerungen darüber, daß im schattigen Wald die Verzweigung der Bäume spärlicher bleibt als am freien Standort, u. ähnl. nicht gerade um originelle Gedanken. Seine Versuche, diese und andere Gestalten — den vierkantigen Labiatenstengel, die Hemisphäre des Pilzhutes usw. usw. — mit Zuhilfenahme kosmischer Kräfte — *formatrix virtus coelestis* — kausal zu erklären¹⁾, bleiben freilich ganz im Traditionell-Mittelalterlichen stecken.

An einer anderen Stelle erörtert *Albert* die verschiedenen Formen der Blätter und deren Ursachen. Mit grübelndem Scharfsinn werden die verschiedenen Formen als „Chemomorphosen“ gedeutet, d. h. als die Wirkungen des Chemismus der Pflanze und insbesondere der Blätter: je nach der Mischung, in der die vier Elementarqualitäten — das Feuchte, das Trockene, das Warme und das Kalte — in einem Organ sich finden, fällt auch dessen Form verschieden aus. Auf diesem Wege sucht *Albertus* sich über die Gründe, welche beim *Nenuphar* eine runde, bei der *Platane* eine gezackte Spreite entstehen lassen, klar zu werden. Si autem vincat — ein Satz möge die Albertinische Argumentierungskunst erläutern — in quibusdam foliis humidum frigidum, carebunt etiam acumine puncti superioris, et folium habebit figuram partitionis circuli majoris semicirculo, sicut est videre in folio malvae. Et siquidem humidum aqueum fluat ultra venam mediam folii, ita quod in extremitate venae exsudet, erit figura folii in extremitate sicut duo arcus contingentes se in puncto lineae rectae, quae protrahitur per medium folii, sicut est videre in folio trifolii et meliloti et plurium aliarum plantarum²⁾.“ Selbst um subtile Details der Blattform bemüht sich *Albertus* bei seinem Erklärungsversuch.

Dieser umfaßt aber auch noch andere Erscheinungen. Daß an einem Sprosse der nämlichen Pflanze Blätter verschiedener Art, mit ungleich weitgehender Formdifferenzierung und oft auffällig verschiedener Konsistenz sich entwickeln, ist *Albertus* nicht entgangen. Gerade die Unterschiede in der Konsistenz haben es ihm gewiß nahegelegt, eine kausale Erklärung der Differenzen wieder auf dem Weg über seine chemische Theorie zu erstreben. Plantarum . . . , sagt *Albertus*, quae longe folium distans habent a radice, quorum sunt lignea corpora, in folliculo cooperta producant folia. Cuius quidem causa materialis est, quoniam id, quod est terrestrius in materia folii, natura ponit extra in cooperimentum, sicut facit

¹⁾ *Pouchet*, Histoire des sciences naturelles au moyen âge ou Albert le Grand et son époque etc., Paris 1853, p. 203 ff.

²⁾ *Meyer*, Geschichte der Botanik, 1857, Bd. 4, S. 39.

¹⁾ Lib. II, tract. I, cap. III, edit. *Meyer-Jessen*, p. 128 ff.

²⁾ Liber II, tract. II, cap. II, edit. *Meyer-Jessen*, pag. 144, 145.

in animalibus unguis. Hoc enim minus obedit formationi, et ideo non congruit folia etc.¹⁾“

Auf die Theorie von den vier Elementarqualitäten, mit welchen *Albertus* auf dem Boden aristotelischer Lehre steht, und ihrer Bedeutung für die Gestaltungsprozesse der Organismen kommt *Albertus* noch an vielen Stellen seines Werkes zurück. Besonderes Interesse hat das, was er wenige Seiten vor den soeben zitierten Zeilen de divisione plantae sagt, über die Veränderungen, die der Pflanzensaft bei seinem Aufstieg von Organ zu Organ erfährt und die chemisch-qualitativen Unterschiede, die zwischen benachbarten Gliedern des Pflanzenkörpers bestehen. Von unten nach oben steigend wird der Saft immer „feiner“: *Albertus* setzt auseinander „quod humor cibalis plantae magis sit insipidus in radice; et secundum quod magis et magis a radice procedit, sic plus et plus accipit saporem plantae convenientem. Sicut autem accipit saporem, ita accipit etiam inspissationem et subtilitatem et acumen²⁾“. Diese zunehmende Verfeinerung des Saftes erfolgt aber nicht kontinuierlich, sondern periodisch oder schrittweise, indem die *Knoten* der Stengel Sieben oder Filtern vergleichbar sind, deren Passage die aufsteigenden Pflanzensäfte im Sinne zunehmender Verfeinerung verändert. Es ist von großem Interesse zu sehen, wie *Albertus* Fehlen und Auftreten von Knoten mit den Bedürfnissen der betreffenden Gewächse in Einklang zu bringen sucht, wie er sich um überzeugende Belege für seine Theorie bemüht, und wie er auf dem Wege der vergleichenden Morphologie seine Auffassung plausibel zu machen versteht. *Albertus* behandelt³⁾ der Reihe nach sehr zahlreiche Pflanzen, erörtert den Knotenreichtum von *Polygonum aviculare* („centinodia“), *Foeniculum*, *Valeriana* usw., den Mangel von Knoten, der ihm an *Juncus* u. a. auffällt, und äußert sich besonders eingehend über Knoten und Säftedigestion der Zerealien.

„Sed in genere frugum vix invenitur numerus nodorum quaternarium excedere, et citra eundem numerum vix unquam deficit; quin semper calamus quatuor nodos invenitur habere. Cujus causa est, quod illud genus plantae habet grana solida multae farinae, respectu suae quantitatis, et purae farinae valde; propter quod oportet habere organa depurantia completa puritate, quod non fit, nisi per quatuor digestiones; quarum prima separat terrestre grossum; et secunda aquosum quod calore compleri non potest; tertia autem alia quaedam incensa ventosa absumit, et quarta complete terminat ad speciei similitudinem, sicut etiam in animalibus fit. Signum autem hujus est, quod situs nodorum non est per aequidistantiam in calamis, sed primus magis vicinus terrae. Et sub ipso est substantia

terrestris dura, magis ad nigredinem terrestrem ut frequenter declinans. Secundus autem plus distat a primo quam primus a terra, et sub ipso est substantia plantae grossa, latitudinem habens foliorum propter multum aqueum facile dilatabile. A secundo autem in tertium incipit contrahi stipes plantae in frugibus, et a tertio in quantum adhuc plus, et ab illo usque ad aristam sive ad culmum subtiliatur valde et acuitur propter caloris actionem in humidum subtile optime digestum¹⁾“. — Und einige Zeilen später: „.... in nodis folia emittunt, per quae fit superfluitatis purgatio. Et in frugibus quidem folia nodorum inferiorum sunt grossiora et terrestriora, et secundum quod ascendunt nodi in calamo, sic et purgamenta foliorum fiunt minus grossa et minus terrestria. Superfluitatem autem hanc natura convertit in folia; quia — cum sit ingeniosa et regitiva plantae ad finem, quem intendit illud, quod tamen purgandum erat, convertit in cooperaturam substantiae, ut a laesura et caumate defendatur substantia. Et haec quidem est natura nodorum²⁾“.

Ich habe mir gestattet, so ergiebig von *Alberts* eigenen Worten hier Gebrauch zu machen, da meines Erachtens die angeführten Stellen besonders deutlich zeigen, wie unser Autor über die filtrierende Bedeutung der Knoten dachte, namentlich auch, wie er aus der äußeren Beschaffenheit der Internodien und der Blätter auf die Qualität der von den Knoten zurückgehaltenen Stoffanteile, auf den Fortschritt der „Digestion“ und die zunehmende Verfeinerung der Säfte schließen zu dürfen glaubt. Es wäre von Interesse zu analysieren, in welcher Weise in den angeführten und ähnlichen Sätzen aristotelische Gedanken mit Albertinischen sich mischen. Für uns ist die Hauptsache die, daß gerade die Knotentheorie *Alberts* bemerkenswerte Beziehungen zu der *Metamorphosenlehre Goethes* erkennen läßt.

Goethe hat für die Metamorphose der Pflanze eine kausale Erklärung und eine solche mit Hilfe einer chemischen Theorie zu geben versucht, die in doppeltem Sinne an das erinnert, was wir soeben aus *Alberts* Mund vernommen haben: auch bei *Goethe* kehrt, wie bekannt, der Gedanke einer von unten nach oben zunehmenden Verfeinerung der Säfte wieder — und neben diesem die Auffassung, daß die besagte Verfeinerung schrittweise erfolge, und die Knoten gleichsam die Unstetigkeitspunkte der Kurve darstellen³⁾.

Zu erörtern bleibt die Frage: hat *Goethe* selbständig diesen Gedanken gefunden? oder hat ihm *Albertus Magnus* in irgend einer Weise den Weg zu jenem gewiesen?

¹⁾ A. a. O. p. 117, 118.

²⁾ A. a. O. p. 118, 119.

³⁾ Die eingehendste und beste Darstellung der Lehre bei *Hansen*, *Goethes Metamorphose der Pflanzen*. Geschichte einer botanischen Hypothese. Gießen 1907.

¹⁾ Ibid. p. 141.

²⁾ Lib. II, tract. I, cap. III, edit. Meyer-Jessen, p. 114, 115.

³⁾ Z. B. a. a. O. p. 117.

Soweit ich den Beziehungen zwischen *Goethe* und *Albertus Magnus* nachzugehen imstande war — eine eingehende monographische Behandlung haben sie bis jetzt nicht gefunden —, ist eine unmittelbare Abhängigkeit *Goethes* von Albertinischen Gedankengängen nicht nachweisbar. Daß *Goethe* Albertinische Schriften zur Hand genommen hat, ist sicher. „Ich studierte den *Albertus Magnus*, aber mit wenigem Erfolge“, heißt es in den Tag- und Jahresheften für 1807. In den Beiträgen zur Farbenlehre wird *Albertus* mehrfach genannt — *Goethe* erwähnt ihn im Zusammenhang mit den Magikern (Geschichte der Farbenlehre, 1. Teil. Vollst. Ausgabe letzter Hand 1833 Bd. 53, S. 143) und bezieht sich an anderer Stelle (ebenda 1833 Bd. 53, S. 182, 183) auf seine Lehre vom Regenbogen. Es ist ferner gewiß nicht ausgeschlossen, daß *Goethe* in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts und den ersten des folgenden beim Studium der alten magischen Literatur auf anderen Wegen als den der naturwissenschaftlichen Forschung auf Albertinische oder pseudo-Albertinische Schriften gestoßen sei; wir wissen nichts von einer solchen Begegnung mit *Albertus*, aber an ihre Möglichkeit wäre zu denken. Alle diese Hinweise beziehen sich aber auf Daten nach dem Erscheinen des Goetheschen „Versuchs, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären“ (1790). Der Gedanke, den *Goethes* Werk mit dem Theoriengebäude *Alberts* gemeinsam hat, ist vermutlich schon in den achtziger Jahren — gewiß in Italien — konzipiert worden.

Mit Sicherheit ausgeschlossen wird freilich durch diese Erwägungen die Abhängigkeit *Goethes* von *Albertus* natürlich nicht — um so weniger, als wir wissen, daß die Bibliothek von *Goethes* Vater Schriften von *Albertus Magnus* enthalten und durch sie für den Sohn ein Weg zu ihrem Studium geführt haben könnte¹). Für wahrscheinlich wird man auf diesen Punkt hin die Abhängigkeit *Goethes* von *Albertus* aber schwerlich erklären dürfen. Ich möchte im Negieren noch weiter gehen und der Vermutung Raum geben, daß auch nachträglich — d. h. nachdem der Gedanke von der Bedeutung der Knoten für ihre humoralen Qualitäten und ihre Gestaltungsprozesse gefunden, gereift und veröffentlicht war — *Goethe* die entsprechenden Stellen in *Alberti* „De vegetabilibus“ nicht gefunden hat: Bei der großen Übereinstimmung ihres Inhalts mit wesentlichen Zügen der ihm „so werten Metamorphose“ hätte *Goethe* sich ohne Zweifel zu genauem Studium der Albertinischen Schriften und zu irgendwelchen Äußerungen über jene Ideenverwandtschaft bewogen gefühlt. Wir finden aber auch nach 1790 nichts über *Alberts* Botanik bei *Goethe*. — Die Metamorphose, welcher biologische Theorien unterworfen sind, ist ein Prozeß, der Jahrtausende in Anspruch nehmen

kann. Die Lehre Albert des Großen und der Einblick in *Goethes* Werk machen uns den Zusammenhang verständlich, der die aristotelisch-mittelalterliche Theorie von den vier Elementarqualitäten schließlich mit der Chemomorphosenlehre eines *Jul. v. Sachs* und vieler zeitgenössischer Forscher verbindet.

Zur Frage der Erzeugung möglichst harter Röntgenstrahlen.

Seitdem man weiß, daß die Röntgenstrahlen und die Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen von gleicher Natur sind und sich nur durch ihr Durchdringungsvermögen oder moderner gesprochen durch ihre Wellenlängen unterscheiden, ist es ein Bestreben der reinen und auch der medizinischen Physik gewesen, die Röntgenstrahlen immer durchdringungsfähiger zu machen, also gewissermaßen auf künstlichem Wege Gammastrahlen zu erzeugen. Da nun die Härte der Röntgenstrahlen um so größer ist, je schneller die Kathodenstrahlen, bei deren Bremsung sie entstehen, und da die Kathodenstrahlen um so schneller, je größer die an die Röntgenröhre angelegte Spannung ist, so schien von vornherein die Lösung dieses Problems möglich und der Weg, der einzuschlagen ist, gegeben. Doch war die Lösung der technischen Fragen, die dabei auftraten, schwierig genug, so daß nur eine allmähliche und langsame Annäherung an das gewünschte Ziel eingetreten ist. Man bedurfte zur Erreichung immer höherer Spannungen einerseits neuer Apparate, die diese hohen Spannungen zu erzeugen gestatteten, andererseits entsprechender Röntgenröhren, die das Anlegen solcher Spannungen vertrugen. Da die Röhren für solche Zwecke sehr hoch evakuiert sein mußten, ließen sie keinen genügend großen Stromdurchgang mehr zu.

Ein wesentlicher Fortschritt in der gewünschten Richtung war daher die Einführung von Glühkathodenröhren verschiedener Konstruktionen, welche auch bei dem höchsten erreichbaren Vakuum den an der Glühkathode erzeugten Elektronen die gewünschte hohe Geschwindigkeit zu geben erlaubten. Die physikalischen Untersuchungen über die Zunahme der Härte mit der Spannung wurden nach ihrer Einführung von neuem aufgenommen und bis zu den höchsten erreichbaren Spannungen (etwa 170 000 Volt) durchgeführt, wobei sowohl Röhren alter wie neuer Bauart zur Verwendung kamen (*Dessauer* und *Winawer*, Phys. Z. 15, 739—741. 1914; *Rutherford*, *Barnes* u. *Richardson*, Phil. Mag. (6) 30, 339 1915). Dabei ergab sich nun merkwürdigerweise, daß von etwa 145 000 Volt an keine weitere Steigerung der Röntgenstrahlhärte bei vermehrter Spannung eintrat. Man mißt bei solchen Messungen die Härte der Röntgenstrahlen durch die Art, wie sie in genau bekannten Schichten eines Metalles absorbiert werden. Dazu wird die Intensität der Strahlung unter gleichbleibenden äußeren Bedingungen festgestellt, einmal direkt so, wie sie der Röhre entspringt, das andere Mal, nachdem sie eine bekannte Schicht des absorbierenden Metalles, meist Aluminium oder Blei, durchsetzt hat. Die bei solcher Untersuchung die Strahlung charakterisierende Zahl nennt man den Absorptionskoeffizienten. Er betrug für die oben erwähnte härteste Strahlung in der üblichen Bezeich-

¹) *Bartscherer*, A., Zur Kenntnis des jungen Goethe, Dortmund 1912, S. 58 (Fußnote).

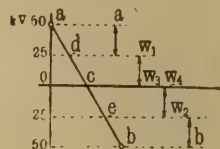
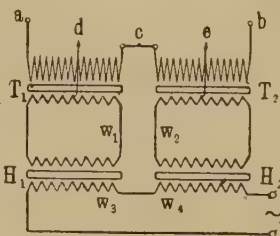
nungsweise $\mu_{Al} = 0,39 \text{ cm}^{-1}$ ¹⁾. Zur Erzeugung dieser hohen Spannungen war dabei ein Funkeninduktor benutzt worden.

Es galt nun, festzustellen, ob wirklich, mit dieser Strahlung ein Ende des Röntgenspektrums erreicht sei, oder ob dieses Ende nicht nur ein scheinbares, durch die zufälligen Versuchsbedingungen begründetes sei. Dazu aber war nötig, noch wesentlich höhere Spannungen zu erzeugen und an die Röntgenröhren anzulegen. Man mußte also Funkeninduktoren oder andre Transformatoren bauen, die höhere Spannungen liefern. Das ist wohl möglich in der Weiterausbildung der bisherigen Konstruktionen und ist auf diesem Wege auch geschehen, die Größenverhältnisse und Preise solcher Anlagen wachsen aber mit einer recht hohen Potenz der erreichten Spannungszunahme und die Betriebssicherheit solcher Apparate wird um so geringer, je höhere Spannungen von ihnen verlangt werden. Der Wunsch, hier weiter zu kommen, deckte sich mit einem lange gehegten Wunsche der medizinischen Physik, die ja der harten, durchdringenden Röntgenstrahlen überall da bedarf, wo sie bestrebt ist, die Heilwirkungen des Radiums durch jene möglichst harten Röntgenstrahlen zu ersetzen. Auch sie also bedarf der Apparate, die besonders hohe Spannungen in gewünschter Weise erzeugen können, und viele der dafür eingeführten Konstruktionen haben sich auch im großen ganzen bewährt, besonders dann, wenn die Apparate nur kürzere Zeiten und mit entsprechenden Pausen in Betrieb genommen wurden. Doch haben sich immer wieder unerwünschte Durchschläge an den Induktoren und Transformatoren gezeigt, wenn sie bei Dauerbestrahlungen längere Zeiten hindurch in Tätigkeit bleiben mußten, denn alle solchen Anordnungen mußten schon der Platzfrage wegen immer so gebaut werden, daß sie bis aufs äußerste ausgenutzt werden konnten. Es ließ sich eben nicht ermöglichen, betriebssichere Röntgeninstrumentarien für derartig hohe Spannungen zu bauen, ohne ihre Größenmaße beträchtlich zu vermehren, weil die Durchschlagsgefahr weit schneller wächst als die erreichte Zunahme der Spannung. Besonders die Endspulen in den sekundären Wicklungen der betreffenden Systeme erfordern eine sorgfältige Isolierung und gerade dort stellen sich am ehesten die Durchschläge ein.

F. Dessauer (Verh. d. D. Phys. Ges. Heft 16/17, 1917) hat es nun unternommen, eine genaue Untersuchung der Übelstände durchzuführen und den Transformatorbau auf Grund der so gewonnenen Erfahrungen auf eine neue Grundlage zu stellen. Mit den so erhaltenen Instrumentarien hat er dann die Untersuchungen über die Erzeugung immer härterer Röntgenstrahlen von neuem aufgenommen.

Bei den bisher üblichen Induktoren und Röntgentransformatoren hat der enge Raum zwischen der Primär- und Sekundärspule die ganze Spannungsdifferenz auszuhalten. An den Enden der Sekundärspulen, wo die höchsten Spannungsschwankungen auftreten, ist die Beanspruchung des Isolationsmaterials am größten und wird besonders groß noch, wenn etwa der eine Pol der sekundären Leitung Erdschluß hat; wenn der Transformator 100 000 Volt liefern soll, müßte in diesem Falle die Isolierung zwischen den beiden Spulen

dieser hohen Gesamtspannung widerstehen können. Man kann sich schon helfen, wenn man die Mitte der Sekundärspule erdet (oder mit der Primärspule leitend verbindet, da deren Niedrigspannung gegen die hohe Sekundärspannung vernachlässigt werden kann). Dann ist die Beanspruchung nur mehr halb so groß, in unserem speziellen Falle also 50 000 Volt. Doch kann man auf diesem Wege nicht weiter in der Verminderung der Beanspruchung kommen, und solche Anpassung der Sekundärspule ist auch wenig üblich. Da nun, wie erwähnt, die Isolationschwierigkeiten mit zunehmender Spannung immer mehr wachsen, hat Dessauer einen neuen Weg gesucht, bei dem zwar das die Gesamtspannung charakterisierende Übersetzungsverhältnis zwischen Primär- und Sekundärspule des Transformators wie bisher bestehen bleibt, bei dem aber die Beanspruchung des Isolationsmaterials wesentlich herabgesetzt wird. Wenn es sich z. B. um den Bau eines Röntgentransformators für 100 000 Volt handelt, so kann man folgendermaßen verfahren: Die Sekundärspule des Transformators (in der beigegebenen Figur sind ihre Enden mit *a*, *b* bezeichnet) wird in zwei Teile getrennt, die bei *c* verbunden und dort geerdet sind. Die von der Wechselstromquelle gespeiste Primärwicklung sitzt nun nicht, wie beim gewöhnlichen Transformator, auf denselben Eisenkernen T_1 , T_2 , wie die Sekundärwicklung, sondern sitzt auf



zwei anderen Eisenkernen H_1 , H_2 . Sie bildet dort die Primärwicklung zweier Hilfstensoren. Diese Hilfstensoren tragen auf der Primär- und Sekundärspule gleiche Windungszahl, ihr Übersetzungsverhältnis ist gleich eins. Die Sekundärwicklung der Hilfstensoren ist geschlossen durch die Primärwicklung der Haupttransformatoren T_1 , T_2 . Diese Primärwicklung der Haupttransformatoren ist an den Stellen *d* und *e* mit den Mitten der Sekundärspulen leitend verbunden¹⁾, dort also, wo in unserem speziellen Falle die Spannungen $\pm 25\,000$ Volt auftreten. So wird, wie leicht einzusehen ist, erreicht, daß nunmehr das Isolationsmaterial der Haupttransformatoren nur auf 25 000 Volt beansprucht wird; jedes Zwischenorgan der neuen Anordnung (bestehend aus der Primärwicklung des Haupt- und der Sekundärwicklung des Hilfstensoren) befindet sich auf gleicher Spannungshöhe, und so wird auch das Isolationsmaterial der Hilfstensoren wieder nur auf 25 000 Volt beansprucht. (Natürlich besteht

¹⁾ Wenn J_0 die Intensität der Strahlung ohne, J die mit eingeschalteter Filterschicht bedeutet, so gilt $J = J_0 e^{-\mu d}$, wobei d die Dicke der Schicht und e die Basis des natürlichen Logarithmensystems.

¹⁾ Auch beim Starkstromtransformator verbindet man zuweilen Hoch- und Niederspannungswicklungen, wenn die Nullpunkte beider an Erde gelegt sind. Das Verhalten des Transformators im normalen Betriebe ändert sich hierdurch nicht, denn ein Leitungsstrom kann zwischen den beiden Wicklungen nicht fließen, da sie nur in einem Punkt zusammenhängen. Entsteht aber noch ein zweiter Schluß, so entsteht Kurzschluß, und dieser schaltet durch Sicherheitsapparate den Transformator von dem Netz ab.

zwischen den beiden Zwischenorganen rechts und links in der Figur eine Spannungsdifferenz von 50 000 Volt, doch können diese Teile räumlich genügend entfernt werden, so daß daraus keinerlei Schwierigkeiten erwachsen.)

Das kleine unter dem Schaltungsschema eingezeichnete Diagramm zeigt nochmals die Spannungsverteilung; als Ordinaten sind die Spannungen in Kilovolt, als Abszissen die mit Buchstaben versehenen Stellen des Schaltungsschemas gewählt, durch Pfeile bezeichnet sind die Spannungsdifferenzen zwischen den einzelnen Teilen der Stromkreise.

Wesentlich ist also der neuen Anordnung, daß nur an den Haupttransformatoren ein von eins verschiedenes Übersetzungsverhältnis gewählt wird; die Hilfstransformatoren nehmen dem Haupttransformator einen wesentlichen Teil der Beanspruchung ab. So kann bei 100 000 Volt Gesamtspannung die Durchschlagsbeanspruchung der einzelnen Teile auf ein Viertel des Betrages herabgedrückt werden. Natürlich kann die Verteilung der Beanspruchung noch anders gewählt werden, durch Vermehrung der Hilfstransformatoren; das wird sich nach der Höhe der gewünschten Gesamtspannung richten. Auf solchem Wege sind die Schwierigkeiten der Isolation wesentlich vermindert. Freilich tritt durch die Einschaltung der Hilfstransforma-

teils schon von Schwankungen der Primärspannung herrühren, teils in den Vorgängen in der Glühkathodenröhre ihre Ursache haben, würden genaue Messungen der Absorptionskoeffizienten nicht zulassen, wenn man *nacheinander* die Intensitäten der Röntgenstrahlen mit und ohne Metallfilter bestimmen wollte. Um sie aus der Untersuchung herauszubringen; benutzt *Dessauer gleichzeitig* zwei Elektrometer gleicher Bauart, die zu gleicher Zeit abgelesen werden und von denen nur das eine das zur Messung dienende Filter vorgeschaltet trägt. Werden nun die Messungen auch noch mit vertauschten Elektrometern wiederholt, so fallen alle durch die Schwankungen der Spannung und durch noch übrig bleibende Ungleichheiten der Elektrometer bedingte Fehler aus den Messungen heraus. Natürlich hatten die Elektrometer auch eine bei solcher Strahlenhärte nötige Einrichtung in bezug auf Wandstärke, Filteranordnung usw. Gemessen wurde die Absorption der Strahlen in Aluminium und in Blei. Eine als Beispiel hier angeführte Tabelle zeigt, wie bei verschiedener Röhrenspannung jedesmal die Strahlung durch eine ganz bestimmte Schichtdicke vorgeschalteten Bleies homogen gemacht wird (weitere vorgeschaltete Filter ändern dann die Härte der Strahlen nicht mehr), wie aber auch mit zunehmender Spannung die Härte dieser Endstrahlung immer größer wird (die Absorptionskoeffizienten in Blei neh-

Spannung in kV	Vorfilter (Blei) in mm											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
	μ_{Blei}											
103	44,4	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
132	32	25,3	24,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	29,8	25	21,7	21	19,6	19,6	—	—	—	—	—	—
220	24,9	20,1	17,3	16,35	14,4	11,70	11,80	11,75	—	—	—	—
268	—	16,5	—	12,5	—	11,5	—	9,75	9,33	—	—	—
284	—	14,6	—	11,2	—	9,55	—	8,75	7,6	7,8	7,5	—
308	—	13	—	9,75	—	8,7	—	7,8	6,9	6,55	6,55	6,5

toren ein kleiner Energieverlust ein, aber die Betriebssicherheit des ganzen Systems ist eine weit höhere und die Kosten werden auf solche Weise noch nicht so groß, als für einen entsprechend gebauten Transformator alter Art; auch fallen die beim gewöhnlichen Transformator kaum zu vermeidenden Glimmverluste weg. *Dessauer* hat weiter eine genaue Ausmessung der neuen Transformatoren vorgenommen, die dabei auftretenden Energieverluste (Glimmverluste usw.) festgestellt und dabei auch eine bequeme Methode zur Untersuchung von Hochspannungstransformatoren auf gefährdete Stellen ausgearbeitet, die der Elektrotechnik von Nutzen sein wird. (Die Spannungsmessung wurde mit einem elektrostatischen Voltmeter durchgeführt.)

Mit einer solchen Anordnung, die Spannungen bis zu 300 000 Volt lieferte, betrieb nun *Dessauer* eine Glühkathodenröhre, um die anfangs erwähnte Frage zu prüfen, ob bei der nun möglichen Erhöhung der Sekundärspannung eine weitere Härtung der Röntgenstrahlen eintritt oder ob die früher gefundene Tatsache bestehen bleibt, daß man über eine gewisse Härte der Strahlen ($\mu_{\text{Al}} = 0,39 \text{ cm}^{-1}$) nicht hinauskommen kann. Nun müssen bei solchen Absorptionsversuchen die Schwankungen der Spannung entweder vermieden oder, da das bei solcher Spannungshöhe kaum mehr möglich, für die Untersuchungsmethode wenigstens unschädlich gemacht werden. Diese Schwankungen, die

men dann immer kleinere Werte an). Die Spannungen sind in Tausenden von Volt angegeben.

Und eine zweite kleine Tabelle mag noch zeigen,

Spannung in kV	μ_{Al}	$\lambda \cdot 10^9$	$\nu \cdot 10^{-19}$
103	0,51	1,92	1,56
132	0,424	1,77	1,69
179	0,396	1,72	1,74
220	0,325	1,6	1,87
267	0,27	1,5	2,00
283	0,258	1,46	2,05
308	0,239	1,42	2,11

wie der Absorptionskoeffizient dieser Endstrahlungen, gemessen in Aluminium, mit zunehmender Spannung sich ändert.

In der Tabelle ist noch nach einer Umrechnungsformel auch die Wellenlänge und die Frequenz berechnet worden, welche man den Röntgenstrahlungen solcher Härte zuschreiben muß. Dabei ist natürlich die Voraussetzung gemacht, daß diese Umrechnungsformel ($\mu_{\text{Al}} = k\lambda^{-2}$; $\lg k = 21,5$) auch in diesem Gebiete des Röntgenstrahlspektrums verwendbar ist. Zum Vergleiche sei angeführt, daß für die harten Gammastrahlen des Radiums C $\mu_{\text{Al}} = 0,115$, für die weicheren

Strahlen des Radiums B $\mu = 0,51$ ist. Die von der Glühkathodenröhre bei Anwendung so hoher Spannungen ausgehenden Röntgenstrahlen sind also durchdringungsfähiger als die Strahlen des RaB, die Härte der RaC-Strahlen ist aber bei 300 000 Volt noch nicht erreicht.

Durch Dessauers Untersuchungen ist jedenfalls das Gebiet der Röntgenstrahlen nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums hin erweitert und besserer Untersuchung zugänglich geworden und weiterem Vordringen in Richtung auf die härteste Gammastrahlung ist der Weg geebnet worden. P. Cermak, Gießen.

Astronomische Mitteilungen.

Ein eigenartiger Asteroïdenfund. Ein merkwürdiger Himmelskörper, dem die Astronomische Zentralstelle eine ganz besondere Bedeutung beilegt, wurde am 3. Januar auf der Königstuhl-Sternwarte von Herrn Geheimrat Max Wolf entdeckt. Zunächst vermutete man, es mit einem kometartigen Objekt zu tun zu haben; das Mitte Dezember von Moravansky flüchtig gesehen worden und dann wieder in Verlust geraten war. Erst später stellte sich heraus, daß ein Zusammenhang zwischen diesem und dem neuen Gestirn nicht besteht, schon allein deswegen, weil der neue Himmelskörper nur etwa elfter bis zwölfter Größe, das kometartige Objekt dagegen wesentlich heller zu sein schien. Am 3. Januar stand das neue Gestirn im Sternbild des Orion und wanderte dann rechtläufig zu den Zwillingen hinüber. Auf Grund der Positionsbestimmungen aus den ersten Februartagen versuchte C. Hoffmeister auf der Bamberger Sternwarte eine vorläufige Bahnbestimmung, die zu der Vermutung führte, daß man es mit einem Kometen zu tun habe, weil die drei verwendeten Beobachtungen Anfang Februar sich durch eine Parabel darstellen ließen. Erst die letzten Rechnungen in Berlin-Dahlem führten ohne Voraussetzung über die Natur der Bahn unter Hinzuziehung weiterer Beobachtungen darauf, daß es sich um einen kleinen Planeten handeln müsse, dessen Bahn allerdings eine geradezu kometarische Exzentrizität besitzt. Nach der Umlaufzeit von vier Jahren würde er etwa dem Amphitritetypus zuzurechnen sein. Zur Zeit seiner Entdeckung befand er sich nahe bei der Erde, indem sein Abstand schätzungsweise nur den fünften Teil des Erdbahnhalbmessers betrug. Trotzdem entsprach seine Helligkeit nur der elften Sterngröße. Hiernach kann es nur ein sehr kleiner Weltkörper sein, da er sonst zu dieser Zeit wesentlich heller hätte sein müssen. Sein Durchmesser dürfte 10 km nicht bedeutend übersteigen.

Der Hinweis auf die wissenschaftliche Bedeutung dieses Fundes von seiten der Astronomischen Zentralstelle scheint in erster Linie deswegen erfolgt zu sein, weil Professor Wolf mitteilt, daß der neue Himmelskörper einen Begleiter von der Helligkeit eines Sternes vierzehnter Größe besitze, der am Abend des 5. Februar in 36 Minuten in Abstand von etwa 340 Bogensekunden einen Winkel von 8° zurückgelegt habe. Unter Voraussetzung einer kreisförmigen Bahn ergäbe sich eine Umlaufzeit von etwas über einem Tag. Hiernach läßt sich unter Berücksichtigung der Abstände des neuen Himmelskörpers von der Erde und der Sonne abschätzen, daß seine Masse von der Größenordnung der Hauptplaneten sein müsse, wenn die Auffassung gerechtfertigt sein soll, daß das in seiner Nähe verfolgte Objekt ihm tatsächlich als Begleiter zugeordnet

sei. Aus mechanischen Gründen und mit Hinweis auf die geringe Helligkeit wird jedoch eine andere Auffassung den Eindruck größerer Wahrscheinlichkeit erwecken, nämlich daß es sich nicht um einen tatsächlichen Begleiter gehandelt haben mag, sondern daß — wie solche Fälle ja schon wiederholt beobachtet worden sind — ein anderer sehr kleiner Planet in der Nähe des neuen Gestirns entlang gewandert sei. Erst weitere Beobachtungen werden hierüber Aufklärung zu geben vermögen. Bisher ist auf anderen Sternwarten eine Bestätigung des „Satelliten“ nicht möglich gewesen.

Erfahrungen mit neuen Riefler-Uhren. In Astron. Nachr., Bd. 204, 281—294, behandelt H. Kienle die beiden Riefler-Uhren R 23 und R 33 der Münchener Sternwarte und teilt dabei Ergebnisse mit, die manche interessanten Aufschlüsse über Fragen bringen, die astronomische Pendeluhrn überhaupt angehen, besonders mit Rücksicht auf solche in luftdichtem Gehäuse. Die beiden in Rede stehenden Uhren haben Nickelstahlkompensationspendel und freie Riefler-Hemmung. Der mittlere Luftdruck betrug 550 mm. Als Abdichtungsmittel diente Vaseline. Eine wichtige Feststellung war von vornherein die, daß im Pendelraum Wasserdampf vorhanden war und zwar soviel, daß selbst zur Zeit des Temperaturmaximums die Luft als mit Wasserdampf gesättigt angenommen werden mußte. Chlorkalzium erwies sich als keineswegs hinreichend zur Austrocknung der Luft. Der mittlere Fehler der durch eine Formel mit nur einem Zeitglied und einem Temperaturglied dargestellten Gänge von R 23 beträgt nur $\pm 0,026$. Die Gangreste sind unabhängig von den kleinen Anomalien des Schwingungsbogens des Pendels. Ganz offenkundig auftretende Sprünge von $-0,02$ bis $-0,03$ konnten als zeitlich zusammenfallend mit dem Auftreten größerer Erdbeben erwiesen werden.

Bemerkenswert ist das verhältnismäßig große negative Zeitglied von $0,1$ im Jahr, das Kienle in einleuchtender Weise unter zahlenmäßigem Beleg darauf zurückführt, daß sich im Laufe der Zeit eine zarte Flüssigkeitshaut an der Pendelstange verdichtet. Die Ergebnisse bei der Uhr R 33 waren im wesentlichen ähnliche. Ein Zeitglied erwies sich als unnötig, dagegen mußte auf den Schwingungsbogen Rücksicht genommen werden. Auch eine eigenartige Jahresschwankung nach Art der Temperaturperiode (jedoch um ein Vierteljahr gegen diese verschoben) machte sich geltend, die vorläufig noch nicht erklärt werden kann. Kienle hat in zweckmäßiger Weise sie durch ein Glied in die Formel aufgenommen, das der zeitlichen Änderung der Jahrestemperatur entspricht. Eine Wirkung der Erdbeben macht sich hier nicht geltend.

Um zu einem Urteil über die Ganggenauigkeit der einzelnen Uhren zu gelangen, vergleicht Kienle die schließlich übrig bleibenden mittleren Fehler in den Gängen einzelner Uhren (wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Zahl der zur Darstellung der Gänge benutzten Koeffizienten schwankt) und findet, daß die Uhr R 23 selbst die berühmte Uhr der Bothkamper Sternwarte bei Kiel (Knoblich 1770) übertrifft; R 33 kommt ihr annähernd gleich.

Anschließend macht Verfasser noch wichtige Be-

⁴⁾ Referent, der bis zum Frühjahr 1914 die Bothkamper Sternwarte leitete, möchte daran anschließend der Befürchtung Ausdruck geben, daß diese prächtige Uhr wohl kaum wieder ihre frühere Leistung erreichen dürfte, da die Sternwarte während des Krieges völlig verwaiste.

merkungen über den „Barometerkoeffizienten“, den man richtiger als „Dichtekoeffizienten“ bezeichnen müßte. Man findet leider den Irrtum vielfach verbreitet, den Barometerstand als äquivalenten Ausdruck für die Luftdichte anzusehen.

Vor allem ist geltend zu machen, daß der *Dampfdruck vernachlässigt* wurde, obwohl er im Laufe eines Jahres erheblichen Schwankungen unterliegt. Damit erklärt sich, daß nahezu alle Temperaturkoeffizienten, die sich auf nicht luftdichte Uhren beziehen, negativ sind, während er bei luftdichten Uhren positiv wird.

Es ist stets im Auge zu behalten, daß ja hier nicht, wie in der freien Atmosphäre, die Dichte mit steigender Temperatur abnimmt. Nicht durch Ändern des Luftdruckes kann praktisch Unveränderlichkeit der Dichte der Luft erreicht werden, sondern durch Verändern der Temperatur. Eine arge Verkenntnis der Sachlage hatte auf der Naval-Sternwarte in Nordamerika dazu geführt, für die Riefler-Uhr R 70 den enormen Temperaturkoeffizienten von $-0,082$ bezogen auf einen Grad Änderung, zu finden.

H. H. Krätzingen.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

13. Dezember. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: i. V. Herr Planck.

1. Herr Haberlandt sprach über die Deformationen des sensiblen Protoplasmas bei der Reizung pflanzlicher Sinnesorgane für mechanische Reize. (Ersch. später.) Es wird an einer Reihe von Beispielen, insbesondere für die Ranken, gezeigt, daß die Deformationen, die das sensible Protoplasma der Sinnesorgane für mechanische Reize bei Stoß oder Berührung erleidet, im wesentlichen auf tangentielle Zug- und Druckspannungen zurückzuführen sind.

2. Herr Correns legte eine Abhandlung vor: *Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses*. Es gelang bei einer getrenntgeschlechtlichen höheren Pflanze (Melandrium) durch Bestäubung mit sehr viel und mit wenig Pollen sicher verschiedene Geschlechtsverhältnisse zu erhalten, im 1. Fall 42,96 % Männchen und 57,04 % Weibchen (Gesamtzahl 1276), im 2. Fall 29,86 % Männchen und 70,14 % Weibchen (Gesamtzahl 1292). Das Ergebnis erklärt sich durch die Konkurrenz unter den beiderlei Pollenkörnern des heterogametischen männlichen Geschlechtes, ohne Änderung der Keimzellen in Potenzen, Tendenz oder Valenz. Mit der Zunahme der Zahl nimmt der Vorteil zu, in dem sich die weibchenbestimmenden Pollenkörner überhaupt befinden. Er beruht sehr wahrscheinlich auf dem schnelleren Wachstum der Pollenschläuche, die so die weibchenbestimmenden Spermakern rascher zu den Eizellen befördern.

3. Herr Diels überreichte eine Mitteilung des Herrn Generalleutnant z. D. Dr. phil. h. c. Erwin Schramm in Dresden, betitelt: *Erläuterung der Geschützbeschreibung bei Vitruvius X 10—12*. Nach Fertigstellung der Rekonstruktion der antiken Geschütze, deren Modelle auf der Saalburg aufgestellt sind, ergab es sich, daß auch nach Vitruvs Angaben ohne wesentliche Textänderungen (nur die Zahlen sind von den Abschreibern willkürlich behandelt worden) leistungsfähige Geschütze hergestellt werden können. Zu diesem Zwecke werden die betreffenden Kapitel ins Deutsche übersetzt und durch Figuren in genauem Maßstab erläutert.

20. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: i. V. Herr Planck.

1. Herr Hellmann sprach über *strenge Winter*. Es wird eine neue Methode zur Vergleichung der Winter untereinander entwickelt und auf die letzten 150 Jahre in Berlin angewandt. In diesem Zeitraum hat es 24 sehr strenge Winter gegeben. Der strengste war der von 1829/30, dem der Winter 1788/89 nur wenig nachstand. Der letzte Winter (1916/17) kann nur als mittelstrenge bezeichnet werden. Die Zahl der sehr strengen

Winter hat seit etwa der Mitte des 19. Jahrhunderts stark abgenommen, während sie in der Periode 1788 bis 1845 groß war, nämlich 17. Es liegt also eine sicher nachgewiesene Klimaschwankung vor. Zur Ausbildung eines sehr strengen Berliner Winters gehört das Vorhandensein einer langandauernden Schneedecke und die Verlagerung des sibirischen Luftdruckmaximums nach Westen bis nach Finnland oder Schweden.

2. Herr Correns legte eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. Max Hartmann, Abteilungsvorsteher am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem, vor: *Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonaden (Volvocales)*. II. Mitteilung. Über die dauernde, rein agame Züchtung von *Eudorina elegans* und ihre Bedeutung für das Befruchtungs- und Todproblem. Von *Eudorina elegans* konnte die Befruchtung bzw. geschlechtliche Fortpflanzung durch Züchtung in Nährsalzlösung bestimmter Konzentration völlig ausgeschaltet werden, und es wurden in genau kontrollierten Zählkulturen während 2½ Jahren 550 Generationen ohne jegliche Degeneration und Depression sowie ohne sonstige Zellregulation erhalten. Nach diesem Züchteresultat darf wohl angenommen werden, daß eine solche, rein agame Zucht in dieser Weise dauernd möglich ist. Die Frage, ob die Bedeutung der Befruchtung in einer Verjüngung bestehe, ist damit im negativen Sinne entschieden.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

12. Januar. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Herr v. Seeliger legt vor und bespricht eine Abhandlung des Assistenten an der Romeis-Sternwarte in Bamberg Dr. Kuno Hoffmeister: *Untersuchungen über mehrfach beobachtete Feuerkugeln*. (Wird anderweitig veröffentlicht.)

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

7. Januar. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr Rinne legt vor eine Arbeit des Dr. Groß: *Über Intensitätsverteilung innerhalb der Beugungsflecken des Lanephotogramms*, Herr Wiener eine Abhandlung von M. Uibe: *Über die Helligkeitsverteilung des diffusen Sonnenlichts am klaren Himmel*. Ferner spricht Herr Wiener über die von ihm angestellten Untersuchungen, betitelt: *Ein allgemeiner Satz über die Schutzwirkung von Schirmen gegen Wärmeübertragung*. Eins und drei werden für die Berichte, zwei wird für die Abhandlungen angenommen. Im Anschluß an die Abhandlung von M. Uibe regt Herr Bruns

an, die von jenem bisher nur für die Tageszeit angestellten Beobachtungen auch auf die Dämmerungszeiten auszudehnen, für die das zur Verfügung stehende Material äußerst dürrig sei. Herr Wiener wird durch entsprechende Mitteilung an M. Uibe Folge geben.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

10. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. J. Herzig übermittelt drei im I. Chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeiten, und zwar:

I. *Zur Kenntnis des Skoparins*, von J. Herzig und G. Tiring. Durch Anwendung der neueren Methoden ist es den Verfassern gelungen, Methyläther des Skoparins darzustellen, welche viel mehr Methoxylgruppen enthalten, als bisher beobachtet werden konnte. Das Studium dieser Derivate macht es wahrscheinlich, daß dem Skoparin die Formel $C_{22}H_{22}O_{11}$ zukommt und nicht $C_{20}H_{20}O_{10}$. Tri- und Tetramethylonorskoparin (kristallisiert und gelb) leiten sich vom Hydrat $C_{22}H_{24}O_{12}$ ab, Oktomethylonorskoparin (kristallisiert und weiß) ist ein direkter Abkömmling des Skoparins $C_{22}H_{22}O_{11}$. Reduktion der Fehlingschen Kupfer- und der ammoniakalischen Silberlösung konnte nicht beobachtet werden. Reaktion nach Molisch mit α -Naphthol verlief negativ.

II. *Über die Methylierung der Eiweißstoffe*, von J. Herzig und K. Landsteiner. Verfasser haben die Seide und die Wolle und dabei einige Unterschiede gegen die anderen Proteine nachgewiesen. Zein und Gliadin ergaben die höchsten bisher beobachteten Ester- und Ätherzahlen. Aber schon bei der Einwirkung einer einprozentigen methylalkoholischen Salzsäure sind beim Gliadin deutliche Anzeichen einer teilweisen Hydrolyse zu bemerken. Die Hydrolyse des Wittepeptons ist bei der Einwirkung einer dreiprozentigen Salzsäure so vollständig, daß im alkohollöslichen mit Äther nicht fällbaren Teil der Gesamtstickstoff nach Kjeldahl und der Aminostickstoff nach Sørensen gleich gefunden wurde.

III. *Zur Kenntnis des Eserins*, von J. Herzig und H. Lieb. Die Abbauprodukte des Eserins lieferten nach Straus mit der Apparatur von Pregl um eine Gruppe mehr als nach der gewöhnlichen Vorgangsweise. Verfasser haben gezeigt, daß als maßgebendes Moment das Mengenverhältnis der Jodwasserstoffsäure zur Substanz bezeichnet werden muß. Es entsteht die Frage, ob die so absaltbare Alkylgruppe präformiert vorhanden ist und ob sie Methyl ist. Für die Entscheidung der letzteren Frage wird die Pyridinmethode von Kirpal herangezogen.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht eine Arbeit aus dem medizinisch-chemischen (Prof. Pregl) und dem chemischen Institute der Universität Graz: *Zur Kenntnis von Harzbestandteilen*, 2. Mitteilung, *Über Bestandteile der Sumatrabenzoe*, von Hans Lieb und Alois Zinke. Aus Sumatrabenzoe werden d-Sumaresinol $C_{30}H_{48}O_4$ und l-Benzoresinol $C_{26}H_{44}O_4$ dargestellt. d-Sumaresinol ist ein Isomeres des Siarins, Lüdys Benzoresinol aus Sumatrabenzoe hauptsächlich ein mit l-Benzoresinol verunreinigtes d-Sumarinol.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht ferner eine Abhandlung aus dem I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien: *Über die chemische Kinetik und Konstitution wässerig-alkoholischer Natriumalkylatlösungen*, von Rud. Wegscheider. Es werden die Bedingungen ermittelt, unter denen bei Umsetzungen von Natriumalkylaten mit anderen Stoffen in wässerig-alkoholischen Lösungen das Gesetz der bimolekularen Reaktion gilt und das Verhältnis zwischen den durch Natriumhydroxyd und Natriumalkylat gebildeten Produkten konstant ist. Die Annahme von

Lobry de Bruyn und Steger, daß selbst in stark wasserhaltigen Lösungen das Natrium überwiegend als Alkylat vorhanden sei, ist unbegründet.

Das w. M. Hofrat F. Eaner legt vor: *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 104. Über die Aktinium-Zerfallsprodukte*, von Stefan Meyer und Fritz Paneth. Es wurde erwiesen, daß keine Isotope zu RdAc, AcX, Ac und auch keines in der VI. Gruppe in der Aktiniumreihe vorhanden sind, sowie die Stellung von Ac im System der Elemente untersucht. Im Anschluß befindet sich eine ausführliche Diskussion der Zerfallskurven von AcX und RdAc. Noch vorhandene Schwankungen der Werte der Zerfallskonstanten von AcX sind nicht beweisend für die Komplexität dieser Substanz. Als wahrscheinlichster Wert für die Halbwertszeit von RdAc wird 18,9 Tage, für AcX 11,2 Tage angesehen.

Das w. M. Intendant Hofrat Dr. F. Steindachner überreicht eine Arbeit von Prof. W. Michaelsen (Hamburg), betitelt: *Ascidia Ptychobranchia und Diktyobranchia des Roten Meeres*. (Mit 1 Tafel, 19 Textabbildungen und 1 Kartenskizze.)

Hofrat Dr. Franz Steindachner legt ferner eine Abhandlung von Regierungsrat V. Apfelbeck, betitelt: *Koleopteren aus dem nordalbanischen-montenegrinischen Grenzgebiete*. (Ergebnisse einer von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien im Jahre 1914 veranstalteten naturwissenschaftlichen Forschungsreise in Nordalbanien) vor.

17. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht zwei Arbeiten aus dem Chemischen Laboratorium der Wiener Handelsakademie: 1. *Zur Kenntnis des chinoiden Oxydationsproduktes des Methylendi- β -naphthols* von Moritz Kohn und Alfons Osterseizer. Das chinoid Oxydationsprodukt des Methylendi- β -naphthols $C_{21}H_{14}O_2$ enthält eine Carboxylgruppe. Denn es liefert ein Monophenylhydrazon und reagiert mit 1 Molekül Magnesiummethyljodid sowie mit 1 Molekül Magnesiumphenylbromid. Es wird eine Strukturformel aufgestellt. — 2. *Zwei neue dreiwertige Alkohole* von Moritz Kohn und Viktor Neustädter. Die Einwirkung des Magnesiummethyljodides auf das Laktol der 3,3-Dimethylbutan-2,4-diol-1-Säure führt zum 2,2,4-Trimethylpentan-1,3,4-Triol. Durch Schwefelsäure wird das Triol anhydriert zu einem sekundären Alkohol der Tetrahydrofuranreihe. Die Einwirkung von Magnesiumphenylbromid auf das erwähnte Oxy-laktol führt zum 2,2-Dimethyl-4,4-Diphenylbutan-1,3,4-Triol.

Prof. Dr. H. Joseph in Wien legt folgende zwei Arbeiten vor: 1. *Auffällige Zellformen in der Niere von Mustelus und im Skleralknorpel von Syngnathus*. Befund von mäandrisch verlaufenden Kittleisten im Epithel gewisser Abschnitte der Mustelusiernkanälchen, analog, wie es bereits bei Säugern bekannt. Im Skleralknorpel von Syngnathus Zellen von äußerlich ähnlicher lappiger Begrenzung. — 2. *Ein Gonionemus aus der Adria*. Auffindung einer neuen Spezies von Gonionemus, eines bisher aus europäischen Meeresgebieten nicht bekannten Trachomedusengenus, in einem alten, mit Adriawasser gefüllten Aquarium des Wiener II. zoologischen Institutes. Sie wird *G. vindobonensis* benannt. Die Meduse zeigt das gleiche eigentümliche Benehmen, wie es schon A. Agassiz für die erste Spezies, *G. vertens*, beschrieben hat. Ein charakteristisches Merkmal ist die vom strengen Radiartypus abweichende Wachstumsfolge der Tentakeln und Randbläschen (Phasenverschiebung, cyclic sequence nach Perkins). Autor schlägt die Teilung des Agassizschen Genus Gonionemus in zwei Subgenera oder Genera, Gonionemus und Miocytidium, vor. Die neue Art gehört in ersteres.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 13.

29. März 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Natur der Nordlichtstrahlen. Von Prof. Dr. J. Stark, Greifswald. S. 145.

Teich- und Flußplankton. Von Dr. Bruno Schröder, Breslau. S. 147.

Besprechungen:

Usener, Hans, Der Kreisel als Richtungsweiser, seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften. Von O. Martienssen, Kiel. S. 150.

Bauer, Heinz †, Physik der Röntgenologie. Von P. P. Ewald, München. S. 151.

Wlassak, Rudolf, Ernst Mach, Gedächtnisrede, gehalten in der soziologischen Gesellschaft zu Wien. Von M. Kronenberg, Berlin. S. 151.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Die Geschichte der faunistischen Ornithologie in Brandenburg. S. 151.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Die Windverhältnisse über dem Pic von Teneriffa nach zweijährigen Beobachtungen des Geophysikalischen Observatoriums am Pic von Teneriffa. S. 152.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten: Die mitteleuropäischen Staaten und die internationale Meterkonvention. Ueber die Verwendung der Kälte in der anatomischen Technik. La Préhistoire en Syrie-Paléatine. Ueber eine ganz eigenartige, in mehrfacher Hinsicht interessante Hirschstangen-Abnormalität. S. 153–156.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik

Von

Dr. H. Straßer

o. ö. Professor der Anatomie und Direktor des anatomischen Instituts der Universität Bern

Seeben erschienen:

III. Band: Spezieller Teil. Die untere Extremität

Mit 165 zum Teil farbigen Textfiguren

Preis M. 28.—

Inhalt: I. Hüfte und Oberschenkel. — II. Fuß und Unterschenkel. — III. Das Kniegelenk. — IV. Das Bein als Ganzes. Kombinierte Aktion an den Hauptgelenken.

IV. Band: Spezieller Teil. Die obere Extremität

Mit 139 zum Teil farbigen Textfiguren

Preis M. 26.—

Inhalt: Die obere Extremität. I. Schulter und Oberarm. — II. Vorderarm und Hand. — III. Das Ellbogengelenk und die Radioulnarverbindung. — IV. Der Arm als Ganzes.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

Berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 53 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11109.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Metronomische Beiträge

Herausgegeben von der Kaiserl. Normal-Eichungskommission

Nr. 5: Zur Geschichte und Kritik der Toisen-Maß-Stäbe. Ein Beitrag zur definitiven Einordnung der auf altfranzösisches System begründeten Messungen in das metrische System von C. F. W. Peters. 1885. Preis M. 1.50.

Wissenschaftliche Abhandlungen

der

Kaiserlichen Normal-Eichungskommission.

- Heft I. Anschluß der Normale der Deutschen Maße und Gewichte an die neuen Prototype des Meter und des Kilogramm. Mit 16 in den Text gedruckten Figuren. 1895. Preis M. 8.—.
- Heft IV. Über die Ermittlung der irren Teilungsfehler zweier Maßstäbe nach der Methode des Durchschiebens. Von Prof. Dr. Dziobek. — Bericht über die Untersuchungen, welche seitens der Normal-Eichungskommission über Länge und Ausdehnung einer für die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin bestimmten Kopie des preussischen 3' Urmaßes ausgeführt worden sind. — Über die Veränderlichkeit von Gewichtsstücken. Von Dr. H. Stadthagen. — Über die Veränderlichkeit der Maße von Achat. Von Dr. H. Stadthagen. — Beitrag zur Untersuchung von Magnalium-Legierungen. Von Dr. H. Stadthagen und Dr. E. Fischer. — Über den Zusammenhang von Schwingungsdauer und Empfindlichkeit einer Wage. Von Weymann. — Über den Einfluß der Schneide auf die Schwingungsdauer des Pendels und der Wage. Von Dr. Wilhelm Felgenträger. — Mit 11 in den Text gedruckten Figuren. 1903. Preis M. 8.—.
- Heft VI. Über die gleichzeitige Bestimmung der Teilungsfehler zweier Maßstäbe durch die Methode des Durchschiebens. Von Prof. Dr. A. Leman. Mit 2 in den Text gedruckten Figuren. 1906. Preis M. 5.—.

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

29. März 1918.

Heft 13.

Über die Natur der Nordlichtstrahlen.

Von Prof. Dr. J. Stark, Greifswald.

Für das Nordlicht besteht ein Interesse, das weit über die Kreise der Geophysiker hinausgeht. Seine Großartigkeit und Merkwürdigkeit wirken sowohl auf den, der es mit eigenen Augen schaut, als auch auf den, der nur Abbildungen und Schilderungen von ihm kennt. Aus diesem Grunde mag es am Platze sein, wenn ich in dieser Zeitschrift kurz über eine spektralanalytische Untersuchung berichte, welche zur Beantwortung der Frage nach dem Ursprung des Nordlichts geführt hat.

Diese Frage hat ja seit vielen Jahren die Phantasie und die Forschung beschäftigt, und sie ist im letzten Jahrzehnt wohl endgültig und übereinstimmend von mehreren Forschern dahin beantwortet worden, daß das Nordlicht von elektrischen Strahlen hervorgebracht wird, welche von der Sonne ausgehen. Dieser Schluß ist mit Sicherheit aus folgenden Tatsachen zu ziehen: Das Polarlicht legt sich um den magnetischen Nord- und Südpol der Erde herum, die Tageszeit, zu der es an einem Ort sichtbar ist, und sein zeitliches Zusammenfallen mit der Fleckentätigkeit der Sonne verknüpfen es mit dieser. Diese Tatsachen lassen sich nur so deuten, daß elektrische Strahlen, welche von der Sonne ausgehen und in die Nähe der Erde kommen, von deren magnetischen Kraftlinien abgelenkt und nach einer die magnetischen Erdpole umgebenden Zone zusammengeleitet werden. Die eingehende Beweisführung für diese Deutung findet der interessierte Leser in einem ausführlichen Berichte *L. Vegards* über das Nordlicht im 14. Band des Jahrbuch. d. Rad. u. Elektronik.

Wenn nun auch darüber unter den beteiligten Forschern Übereinstimmung herrschte, daß das Nordlicht von elektrischen Strahlen, die von der Sonne ausgehen, verursacht wird, so gingen doch die Meinungen über die Natur dieser Strahlen auseinander. Eine Gruppe von Forschern, so vor allem *Birkeland*, vertrat die Ansicht, daß jene elektrischen Sonnenstrahlen Kathodenstrahlen, also schnelle negative Elektronen seien; *Lenard* insonderheit folgerte, daß diese Sonnenkathodenstrahlen eine so große Geschwindigkeit wie die β -Strahlen von Radioelementen haben müßten, um die tatsächliche Ablenkung der Nordlichtstrahlen zu liefern. Andere Forscher dagegen, so *Vegard*, versuchten nachzuweisen, daß die Eigenschaften des Nordlichts besser mit der Annahme verträglich seien, daß die Nordlichtstrahlen positiv geladene Atomstrahlen (Kanalstrahlen), insonder-

heit α -Strahlen (He^{++} -Strahlen) von Radioelementen seien.

Zwischen diesen beiden Auffassungen habe ich nun durch eine sachgemäße Untersuchung über das Spektrum der Stickstoff-Kanalstrahlen und durch ihren kritischen Vergleich mit den Untersuchungen über das Nordlichtspektrum entscheiden können. Die folgende Überlegung, nach welcher ich hierbei vorging, ist einfach und nahelegend.

Wie ich in zahlreichen spektralanalytischen Untersuchungen feststellen konnte, ist bei vielen Elementen das Spektrum, welches positive Strahlen (Kanalstrahlen) zur Emission bringen, verschieden von dem Spektrum, welches Kathodenstrahlen erregen. Dieser Unterschied kann so weit gehen, daß gewisse Linien eines Elements in seinem Kanalstrahlenspektrum sehr intensiv sind, während sie im Kathodenstrahlenspektrum sehr schwach oder unmerklich sind; umgekehrt können andere Linien schon von mäßig schnellen Kathodenstrahlen intensiv angeregt werden, während sie Kanalstrahlen von gleichem Kathodenfall noch dunkel lassen. Diese Linien erscheinen auch im kondensierten Funken intensiv und werden darum *Funkenlinien* genannt. Die Linien der ersten Art kommen im Falle metallischer Elemente intensiv im gewöhnlichen Lichtbogen heraus und heißen darum *Bogenlinien*; aus diesem Grunde habe ich diese Bezeichnung auf die Linien aller Elemente ausgedehnt, welche von mäßig schnellen Kanalstrahlen intensiv angeregt werden, intensiver als von Kathodenstrahlen gleichen Kathodenfalls¹⁾.

Nun verlaufen die elektrischen Sonnenstrahlen, welche das Nordlicht hervorbringen, zweifellos in Stickstoff in den obersten Schichten der Erdatmosphäre; sie müssen also an den von ihnen gestoßenen Stickstoffmolekülen oder aus diesen durch den Stoß freiwerdenden Stickstoffatomen Spektren des Stickstoffs zur Emission bringen. Und wenn der Stickstoff außer Funkenlinien auch Bogenlinien besitzt, so ist folgender Schluß möglich: Treten die Bogenlinien des Stickstoffs intensiv im Spektrum des Nordlichts auf, so wird dieses von positiven Atomstrahlen hervorgebracht; fehlen dagegen im Nordlichtspektrum die N-Bogenlinien, so ist es durch Kathodenstrahlen verursacht.

Nun wußte ich bereits aus früheren eigenen und meiner Mitarbeiter Untersuchungen, daß

¹⁾ Vergl. *J. Stark*, Bericht über die Träger der Spektren der chemischen Elemente. *Jahrb. d. Rad. u. El.* 14, 139, 1917.

Stickstoff in der Tat Bogen- neben Funkenlinien besitzt. Diese Untersuchungen waren indes für die vorliegende Aufgabe unzureichend, da sie für eine andere Aufgabe, die Beantwortung der Frage nach den Trägern der Stickstoffspektren, ausgeführt worden waren. Ich habe sie daher für den vorliegenden Zweck, die Aufklärung des Nordlichtspektrums, zusammen mit Herrn *Hardtke* erweitert. Das Ergebnis meines Vergleiches des Kanal- und Kathodenstrahlspektrums des Stickstoffs mit dem Nordlichtspektrum ist folgendes.

Im Nordlichtspektrum treten die positiven und negativen Stickstoffbanden auf, eine Tatsache, die bereits von mehreren Forschern, zuletzt von *Vegard*, festgestellt worden ist. Doch läßt sich aus ihr nichts über den Charakter der Nordlichtstrahlen folgern. Diese zwei Bandenarten werden nämlich in Stickstoff sowohl von schnellen Kanal-, wie von schnellen Kathodenstrahlen zur Emission gebracht.

Auch wurde bereits von mehreren Forschern behauptet, daß im Nordlichtspektrum die N-Funkenlinien des Stickstoffs vorkämen. Eine Nachprüfung dieser Behauptung lieferte mir nur für 2 N-Funkenlinien die Gewißheit, daß sie im Nordlichtspektrum auftreten, nämlich für die stärkste blaue und blaugüne N-Funkenlinie. Auch diese Feststellung gestattet noch keinen Schluß auf die Natur der Nordlichtstrahlen, da die N-Funkenlinien ebenfalls von schnellen Kanal- wie Kathodenstrahlen angeregt werden.

Neu und von entscheidender Bedeutung ist indes folgender Nachweis: Im Nordlichtspektrum kommen zahlreiche N-Bogenlinien übereinstimmend mit dem Kanalstrahlenspektrum vor, und zwar erstreckt sich die Übereinstimmung nicht allein auf die Wellenlängen, sondern auch auf deren Intensitätsverhältnis.

Das Auftreten der N-Bogenlinien im Nordlichtspektrum verlieh diesem Spektrum bis jetzt den Charakter des Merkwürdigen und Ungeklärten. Man kannte nämlich bis jetzt nur das Banden- und Funkenspektrum des Stickstoffs; unbekannt war bis jetzt sein Bogenspektrum. Jeder Vergleich des Nordlichtspektrums mit den zwei ersten Spektren an der positiven Säule, am negativen Pol (Kathodenstrahlen) oder am kondensierten Funken ließ daher eine Anzahl von Linien übrig, welche in den Stickstoffspektren nicht unterzubringen waren. Vor allem blieb die Natur der stärksten Nordlichtlinie im Gelbgrün, „der Nordlichtlinie“, völlig ungeklärt; es wurde bekanntlich sogar die Hypothese aufgestellt, diese Linie gehöre einem leichten Gas („Geokoronium“) an, das nur in den obersten Schichten der Erdatmosphäre vorkäme. Die Sache ist in Wirklichkeit einfach: Diejenigen Nordlichtlinien, welche nicht mit N-Banden oder N-Funkenlinien übereinstimmen, entsprechen in der Mehrzahl den neuen, von mir und meinen Mitarbeitern (*Hermann* und *Hardtke*) aufgefundenen N-Bogenlinien. Ich habe die sieben stärksten N-Bogenlinien im

Nordlichtspektrum gemäß den Angaben seiner Beobachter nachweisen können, nämlich eine violette, eine blaue, eine blaugüne, drei grüne und vor allem die intensivste gelbgrüne, die „Nordlichtlinie“. Eingehende Angaben über die Wellenlängen dieser Linien finden sich in meiner ausführlichen, demnächst in den *Ann. d. Phys.* erscheinenden Abhandlung.

Der Nachweis der N-Bogenlinien im Nordlicht gestattet nun einen sicheren Schluß auf die Natur der Nordlichtstrahlen. Sie werden nämlich nur von positiven Strahlen (Kanalstrahlen), dagegen nicht von Kathodenstrahlen in erheblicher Intensität zur Emission gebracht. Somit dürfen wir schließen, daß die elektrischen Strahlen der Sonne, welche das Nordlicht hervorbringen, positive Atom- oder Molekülstrahlen sind.

Dieses Ergebnis legt uns sofort die weitere Frage vor: *Welchem Element gehören die positiven Nordlichtstrahlen an,* sind es α -(He^{++} -)Strahlen von Radioelementen, sind es H^+ -Strahlen, welche durch elektrische Entladungen in der Nähe der Sonne erzeugt werden? Und selbst der spektralanalytisch wenig erfahrene Leser mag folgende Überlegung anstellen: Die Nordlichtstrahlen bringen die Spektren des Stickstoffs in den obersten Schichten der Erdatmosphäre dadurch zur Emission, daß sie auf N_2 -Moleküle bzw. N-Atome, die relativ zum Beobachter ruhen, stoßen und sie so zu inneratomischen Schwingungen veranlassen; die N-Banden und N-Bogen- und -Funkenlinien im Nordlicht sind also Linien ruhender Träger oder „ruhende“ Linien. Wenn nun die Nordlichtstrahlen bewegte positive Atomionen sind, so müssen sie durch ihren Stoß auf N_2 -Moleküle an sich selbst die Emission ihrer eigenen Linien anregen, und diese müssen „bewegt“ sein, also gemäß dem Dopplerschen Prinzip, nach längeren oder kürzeren Wellen aus ihrer „ruhenden“ Lage verschoben sein, je nachdem die Nordlichtstrahlen von dem Beobachter fort oder auf ihn zu laufen. Das Auftreten „bewegter“ Linien im Nordlichtspektrum muß uns also über die chemische Natur der Nordlichtstrahlen Aufschluß geben.

So einfach und zwingend diese Überlegung ist, so bietet ihre experimentelle Prüfung doch große Schwierigkeiten. Diese liegen in der sehr kleinen Intensität der Spektrallinien des Nordlichts; diese läßt keine genauen Messungen ihrer Wellenlängen zu. So mag es sich erklären, daß die Nordlichtspektroskopiker bis jetzt noch nicht zufällig Linien beobachtet haben, deren Wellenlänge mit der Stellung der Sehachse zu Nordlichtstrahlenbündeln sich ändert. Und mit Absicht wurden bis jetzt noch keine Beobachtungen am Nordlicht gemäß der vorstehenden Überlegung angestellt. Gleichwohl habe ich in der einschlägigen Literatur Angaben gefunden, welche die aufgeworfene Frage wenigstens zum Teil beantworten lassen.

Zahlreiche Nordlichtspektroskopiker haben in der Gegend von λ 486 $\mu\mu$, also am Ort der blauen

Wasserstofflinie H_β oder dicht dabei, eine Nordlichtlinie beobachtet. Nun liegt an dieser Stelle weder eine N-Bande noch eine N-Bogen- oder N-Funkenlinie. Jene Nordlichtlinie kann also nicht den Stickstoffatomen eigentümlich sein, auf welche in der obersten Schicht der Erdatmosphäre die Nordlichtstrahlen stoßen. Nun hat die Nordlichtlinie bei $486 \mu\mu$, wie insbesondere *Wijkander* betont, die merkwürdige Eigenschaft, daß sie nicht in jedem Nordlicht, sondern ohne ersichtlichen Grund nur hin und wieder sichtbar wird. Diese Erscheinung läßt sich zwanglos in folgender Weise deuten: Die Nordlichtlinie $486 \mu\mu$ ist die Wasserstofflinie H_β ; sie wird nur dann emittiert, und zwar als bewegte Linie von den Nordlichtstrahlen selbst, wenn diese aus H^+ -Strahlen bestehen. Wenn die Linie H_β im Nordlicht fehlt, dann sind die Nordlichtstrahlen keine H^+ -Strahlen, sondern positive Strahlen anderer chemischer Elemente; welche Elemente außer Wasserstoff in den Nordlichtstrahlen auftreten können, kann auf Grund des bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterials nicht ermittelt werden.

Der Wechsel der chemischen Natur der Nordlichtstrahlen ist zweifellos ein Grund für den Wechsel in der Farbe des Nordlichts, also in dem Intensitätsverhältnis der verschiedenen in ihm auftretenden Spektren. Aber ebenso zweifellos ist es nicht der einzige. Ein weiterer Grund ist der Wechsel der Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen von Fall zu Fall, ja sogar innerhalb eines und desselben Nordlichts. Es nimmt ja die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen bei ihrem Eindringen in die Erdatmosphäre infolge ihrer Zusammenstöße mit N_2 -Molekülen längs ihrer Bahn ab. Hieraus erklärt sich die Erscheinung, daß der untere Rand eines Nordlichts zumeist rötlich, der übrige Teil grünlich gelb gefärbt ist. Die roten Nordlichter werden von langsameren Strahlen hervorgebracht als die grünlich gelben.

Die Frage nach der Größe der Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen kann ich auf Grund des Intensitätsverhältnisses der N-Bogen- zu den N-Funkenlinien nur mit einem Wahrscheinlich beantworten. Wahrscheinlich ist nämlich ihre Geschwindigkeit größer als 1000 Volt; sie dürfte zwischen 5000 und 50 000 Volt liegen, ihre kinetische Energie nämlich so groß sein, wie sie ein einwertiges positives Atomion beim freien Fall durch eine so große Spannungsdifferenz gewinnt. Im Falle von H^+ -Nordlichtstrahlen würde die Geschwindigkeit $1 \cdot 10^8$ — $3 \cdot 10^8$ cm sec⁻¹ betragen.

Die Aufgabe, die ich mir in meiner hier besprochenen Untersuchung gestellt habe, bestand in der spektralanalytischen Beantwortung der Frage, ob die Nordlichtstrahlen Kathoden- oder positive Atomstrahlen sind. Die Beantwortung der Frage nach der Entstehung der positiven Sonnenstrahlen, welche das Nordlicht erzeugen, ist eine Aufgabe für sich; sie gehört in das Gebiet der Sonnenphysik.

Teich- und Flußplankton.

Von Dr. Bruno Schröder, Breslau.

Die Hydrobiologie ist bekanntlich die Wissenschaft vom Leben im Wasser. Sie gliedert sich im allgemeinen in das Studium des Baues und der Lebenserscheinungen jener Organismen, die entweder die Strandregion oder den Grund der Gewässer oder endlich die freie Wassermenge bewohnen. Sie umfaßt also die Biologie des Litorals, des Benthos und des Planktons. Ihren Ausgang nahm sie vom Ozean, und erst später wurde sie auch auf Landgewässer übertragen, zunächst auf die Binnenseen, während sie sich erst in jüngerer Zeit auf Teiche, Flüsse und andere kleinere Gewässer ausdehnte. Nachfolgende Erörterungen sollen sich nur auf das Plankton dieser letzten Gewässerformen beziehen.

Unter dem Begriff „Plankton“ hat man diejenigen fast durchweg mikroskopisch kleinen Organismen zusammengefaßt, die dauernd oder vorübergehend eine im Wasser schwebende Lebensweise führen, und deren Körper diesem Wasserleben besonders angepaßt ist. Obgleich einzelne ihrer Bestandteile, wie das Protoplasma oder die Kieselpanzer ihrer Haut oder ihres inneren Stützwerges, spezifisch schwerer als Wasser sind und diese kleinen Wesen demnach untersinken müßten, so sind sie andererseits durch gewisse Hilfsmittel imstande, dieses Übergewicht dem Auftriebe gegenüber auszugleichen. Derartige Mittel bilden die mancherlei Schwebeeinrichtungen, die physikalischer oder chemischer Natur sein können. Zu ersteren gehört die Erhöhung des Reibungswiderstandes der Organismen mit dem Wasser durch die Gestalt ihres Körpers, die Anordnung und Vereinigung ihrer Zellen zu Fäden, Bändern oder Ketten und die Ausbildung von Auslegern in Form von Borsten, Stacheln oder Hörnern. Ebenso sind die Vergrößerungen ihres Volumens durch Gallerthüllen hierher zu rechnen. Chemische Schwebemittel sind Öltropfen, Fette und Gasblasen, die durch die assimilatorische Tätigkeit der Organismen gebildet werden und ihr spezifisches Gewicht zu verringern vermögen. Einige von ihnen erhalten dazu noch durch schwingende Geißeln das Vermögen, aktiv ihren jeweiligen Standort zu verändern und sich in beliebiger Richtung fortzubewegen, andere besorgen dies durch Ruderfüße oder Antennen. Die pflanzlichen Schwebewesen nennt man das Phytoplankton. Es besteht hauptsächlich aus einzelligen Algen, während sich die tierischen Schwebeformen oder das Zooplankton aus Urtieren, Rädertieren, Würmern, kleinen Krebsen, Wassermilben, Insekten- und Muschellarven zusammensetzt. Alle diese Planktonten fängt man mit besonderen Netzen aus feiner und feinsten Müllergaze und unterscheidet dabei Oberflächennetze und Schließnetze für Stufenfänge aus der Tiefe der Gewässer. Ferner benutzt man zur Entnahme von Planktonproben auch Saugpumpen, Zentrifugen und Filter. Drei Fragen sind es, welche nach *Bach-*

mann¹⁾ die Planktonforschung vornehmlich zu beantworten hat, nämlich: 1. Welches sind die Lebewesen, die wir in einem Gewässer planktonisch finden? 2. welche Entwicklungsgeschichte haben sie? und 3. wie groß ist ihre Quantität in einer bestimmten Wassermenge?

Nach diesem allgemeinen Überblick über das Plankton, der hier nur kurz gefaßt sein soll²⁾, wenden wir uns zunächst zu den Teichen. Unter einem Teiche versteht man gewöhnlich eine größere Wasseransammlung, welche durch natürliche oder künstliche Ufer eingeschlossen ist und mittels gewisser Vorrichtungen gestaut und abgelassen werden kann, also größere, flache Gewässer, die sich anstauen und trocken legen lassen, im Gegensatz zu den Seen, bei denen dies nicht der Fall ist. In dieser Weise sind besonders die Teiche angelegt, die der Fischzucht dienen. Namentlich die Provinz Schlesien ist reich an solchen. Sie liegen meist in Gruppen beieinander, z. B. an der Bartsch bei Groß-Wartenberg, Militsch und Trachenberg, an der Weide, dem Stober, im Weichselgebiete bei Pleß, im oberen Odertale bei Ratibor, Rybnik und Oppeln, ferner bei Tillowitz, in der Niederschlesischen Heide, in der Oberlausitz und dem Hirschberger Tale bei Warmbrunn und Giersdorf. Auch in Polen, Galizien, Böhmen, Sachsen, Thüringen, Holstein, Bayern, Südschweden und England finden sich derartige Fischteiche, in denen besonders Karpfen, Schleien und Hechte gezogen werden. Teichartige Wasseransammlungen sind aber auch die ausgeschachteten Torf- und Ziegeleilöcher, ferner die Zierteiche in Parks und Promenadenanlagen, sowie die natürlichen Weiher; ebenso die größeren Tümpel und die sogen. Altwässer der Flüsse, die entweder stets mit dem Strome in Verbindung stehen oder nur zur Zeit von Überschwemmungen. Sie alle haben das gemeinsame Merkmal, daß sie nur geringe Tiefe aufweisen, und daß ihr Grund eine Vegetation von untergetauchten oder auftauchenden Pflanzen, eine sogenannte vadale, submerse Flora beherbergt. Sie besteht aus verschiedenen Arten von Laichkräutern (Potamogeton), Hornkraut (Ceratophyllum), Tausendblatt (Myriophyllum), Wasserprimel (Hottonia), Wasserschere (Stratiotes), Wasserpest (Elodea), Wasserschlauch (Utricularia), Teichrose (Nuphar) und Seerose (Nymphaea). Mitunter wird die freie Wasseroberfläche durch aus dem Wasser herausragende Pflanzen, wie Schilf, Rohr, Binsen und Riedgräser so eingeengt, daß von der Ferne von ihr fast nichts mehr zu sehen ist. Der Boden dieser Teiche ist dicht mit verwesenden organischen Substanzen bedeckt, wodurch die Tiefe des Teiches zunehmend geringer wird, bis man in ge-

ordneten Teichwirtschaften den Grund von Zeit zu Zeit schlämmt. Diese vermodernden humosen Bestandteile des Teichschlammes liefern Nährstoffe und bieten einer mikroskopischen Flora und Fauna einen gut gedeckten Tisch. Im Sommer wird das Teichwasser der geringen Tiefe wegen bis auf den Grund erwärmt, und im Winter macht sich in allen Teilen die gleiche Temperaturerniedrigung geltend. Das Licht dringt ebenfalls bei der freien Wasseroberfläche bis auf den Grund, desgleichen die Wellenbewegung, die für die Durchlüftung des Teichwassers sorgt. Alle diese ökologischen Faktoren bewirken, daß sich in den Teichen eine für sie charakteristische Pflanzen- und Tierwelt vorfindet.

Nachdem bereits die Erforschung der Schwebformen größerer und tieferer Binnenseen, des Limnoplanktons, gute Fortschritte gemacht hatte, trat man der Frage näher, ob auch in kleineren, flachen Wasserbecken, wie in den Teichen, Plankton vorhanden sei. Die Untersuchungen von Fric¹⁾ und später von Fric und Vavra²⁾ an böhmischen Teichen, ferner diejenigen von Hudson und Gosse³⁾ an Teichen Englands sowie die von Lauterborn⁴⁾ an den Altwässern des Rheines bei Ludwigshafen in der Pfalz ergaben 1893 eine reiche Ausbeute. Noch größer war die Zahl der Tiere des Planktons, die Zacharias im Juni und Juli 1896 in den Versuchsteichen des Schlesischen Fischereivereines zu Trachenberg feststellte⁵⁾. Sie betrug rund 80 Arten von Protozoen, Rädertieren, Strudelwürmern, Ringelwürmern, Krebsen und Wassermilben, von denen nach ihm 26 als „echte Planktonwesen“ zu betrachten sind. Im Sommer 1897 untersuchte der Verfasser⁶⁾ das Phytoplankton des Teiches im Botanischen Garten zu Breslau, der ein Altwasser der Oder darstellt, und konnte in ihm 60 verschiedene Schwebepflanzen nachweisen, darunter eine größere Anzahl solcher, die für flache Gewässer besonders typisch sind, wie sich später

¹⁾ Fric, A., Über die Crustaceen der Wittingauer Teiche, in: Sitzungsber. d. K. böhm. Gesellsch. d. Wissenschaften, Prag 1873.

²⁾ Fric, A. und Vavra, V., Die Tierwelt des Unterpocernitzer und Gatterschlager Teiches, im Arch. d. Naturwissensch. Landesdurchforschung v. Böhmen. Prag 1892.

³⁾ Hudson, C. T und Gosse, P. H., The Rotifera or Wheel-Animalcules, Vol. I. u. II. London 1889.

⁴⁾ a) Lauterborn, R., Beiträge zur Rotatorienfauna des Oberrheines und seiner Altwässer, in: Zool. Jahrb., Band 6. 1893.

b) Ders., Über das Vorkommen der Diatomeengattungen *Attheya* und *Rhizosolenia* in den Altwässern des Oberrheines, in: Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Band XIV. Berlin 1896.

⁵⁾ Schröder, Br. und Zacharias, O., Über die Flora und Fauna der Versuchsteiche des Schlesischen Fischerei-Vereins zu Trachenberg i. Schlesien, Teil II, Die Fauna der Versuchsteiche von O. Zacharias, in: Zeitschr. f. Fischerei. Charlottenburg 1897.

⁶⁾ Schröder, Br., *Attheya*, *Rhizosolenia* und andere Planktonorganismen im Teiche des Botanischen Gartens zu Breslau, in: Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Band XV. Berlin 1897.

¹⁾ Bachmann, H., Das Phytoplankton des Süßwassers. Jena 1911.

²⁾ Eine ausführliche Darstellung unserer gegenwärtigen Kenntnis über das Plankton gibt A. Steuer in seiner „Planktonkunde“. Leipzig und Berlin 1910.

mehrfach gezeigt hat. Inzwischen hatte sich Zacharias aus den verschiedenen Teilen Deutschlands mehrere 100 Planktonproben verschafft, die er teils eigenhändig in Teichen gefischt hatte, teils von anderen erhielt. Er musterte sie auf ihre planktonische Pflanzen- und Tierwelt durch und erhielt ein Verzeichnis von über 100 Arten, trotzdem das Plankton nur aus den Sommermonaten stammte¹⁾. Zum Unterschiede von dem Seen- oder Limnoplankton nannte er 1898 „die Gesamtheit der freischwebenden Tier- und Pflanzenformen ganz flacher Wasserbecken, insbesondere diejenigen unserer Fisch- und Zierteiche“ *Heleoplankton* (abgeleitet von *hélos* = feuchte Niederung, Sumpf, Teich). Das Wort „Heleoplankton“ ist jedoch nicht richtig gebildet und muß *Heleoplankton* heißen; auch *Steuer* gebraucht es in dieser Form (l. c. Seite 403 ff.). War bis dahin ein gewisser Grund für die Forschung über das Heleoplankton gelegt, so erweiterten Zacharias²⁾ und sein botanischer Mitarbeiter Lemmermann³⁾ seine Kenntnis durch das Studium der Teiche Sachsens und der Verfasser durch das von anderen schlesischen Teichen⁴⁾, ebenso veröffentlichte Zacharias 1904 noch eine Arbeit über Teiche in Thüringen, Sachsen und Schlesien⁵⁾. Wertvolle Angaben enthält auch die Abhandlung von Schorler, Tallwitz und Schiller⁶⁾, die die Pflanzen und Tiere des Moritzburger Großteiches bei Dresden eingehend bearbeiteten. Lampert, der bereits 1899 das Leben der Binnengewässer im Zusammenhange schildert und dabei auch der Teiche gedacht hatte⁷⁾, schrieb 1907 über das Plankton des Dutzendteiches bei Nürnberg⁸⁾ und List über das einiger Teiche bei Darmstadt⁹⁾. Es ist hier nicht der Ort, eine erschöpfende Darstellung der bisherigen Entwick-

lung unserer Erkenntnis vom Plankton flacher Wasserbecken zu geben. Von neueren Publikationen seien nur die von Lindemann¹⁾ über das Plankton der Trachenberger Teiche und von Schaedel²⁾ über das eines Teiches bei Münster in Westfalen erwähnt. Auch aus dem Auslande liegen neuere Arbeiten über Heloplankton vor, selbst von Australien³⁾. Manches neue werden die im Erscheinen begriffenen Mitteilungen über die biologische Erforschung des Großteiches bei Hirschberg in Böhmen bringen⁴⁾.

Worin besteht nun die Eigenart des Heleoplanktons? Im allgemeinen herrscht in ihm ein großer Reichtum an Arten, aber eine verhältnismäßig geringe Menge von gleichartigen Individuen vor. Eine Ausnahme davon bilden jene nur zu gewissen Zeiten auftretenden Erscheinungen, welche man als „Wasserblüte“ bezeichnet. Sie sind übrigens auch in Seen verbreitet, aber werden dort vielfach von anderen Arten gebildet. Das Wasser zeigt dann besonders in den oberen Schichten eine abnorme Verfärbung, die blaugrün, spahngrün, hellgrün, gelb, braun oder rot sein kann und von zahllosen Mikroorganismen meist pflanzlicher Natur herrührt. Meist ist es nur eine Art, die das „Erblihen des Wassers“ hervorruft, mitunter kann dies aber auch von mehreren Arten zugleich geschehen. Erstere kann als monotone, letztere als polymikte Wasserblüte bezeichnet werden⁵⁾. Über Wasserblüten aus schlesischen Teichen berichtet S. Schmula⁶⁾. Sie kommen gewöhnlich vom Juli bis September vor. So bildeten *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Polycystis elabens*, *P. aeruginosa* und *P. scripta* blaugrüne, *Scenedesmus quadricauda*, *S. Opoliensis*, *S. acuminatus* und *Cosmaridium silesiacum* hellgrüne Färbungen des Teichwassers. Zacharias⁷⁾ erwähnt zwei Fälle von Rotfärbung des Wassers in Fischteichen, hervorgerufen durch *Chromatium Okeni* und durch *Astasia haematodes*. Der Verfasser beobachtete eine solche von *Euglena sanguinea* in einem Teiche bei Kreuzburg in Oberschlesien.

Abgesehen von der Erscheinung der Wasser-

1) a) Zacharias, O., Das Heleoplankton, in: Zool. Anzeiger, Band 21, Nr. 549. Leipzig 1898 und
b) Ders., Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer, in: Forschungsber. a. d. Biol. Station z. Plön, Teil 6, Abt. II. Berlin 1898.
2) Zacharias, O., Zur Kenntnis des Planktons sächsischer Teiche, in: Forschungsber. a. d. Biol. Station zu Plön, Teil 7, X. Stuttgart 1899.
3) Lemmermann, E., Das Phytoplankton sächsischer Teiche, in: Ebenda XI. Stuttgart 1899.
4) Schröder, Br., Planktologische Mitteilungen, in: Biol. Centralblatt, Band XVIII. Leipzig 1898.
5) Zacharias, O., Über die Komposition des Planktons in thüringischen, sächsischen und schlesischen Teichgewässern, in: Forschungsber. a. d. Biol. Station zu Plön, Teil XI, II. Stuttgart 1904.
6) Schorler, B., Tallwitz, J. und Schiller, K., Pflanzen- und Tierwelt des Moritzburger Großteiches bei Dresden, in: Annales de Biologie lacustre, Tome I er, Bruxelles 1906.
7) Lampert, K., Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1899.
8) Ders., Zur Kenntnis der niederen Tier- und Pflanzenwelt des Dutzendteiches bei Nürnberg, in: Mitteil. a. d. Kgl. Naturalienkabinett zu Stuttgart Nr. 47 und Festschrift zum XVI. Geographentag in Nürnberg 1907.
9) List, Th., Beiträge zur Kenntnis des Planktons einiger Teiche in der Umgegend von Darmstadt, in: Zeitschr. f. Fischerei, Band 16, Berlin 1911.

1) Lindemann, E., Studien zur Biologie der Teichgewässer. Diss. Berlin 1915.
2) Schaedel, A., Produzenten und Konsumenten im Teichplankton, ihre Wechselwirkung und ihre Beziehungen zu den physikalischen und chemischen Milieueinflüssen, in: Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Band XI, Stuttgart 1916.
3) West, S., The algae of the Yan Yean Reservoir, in: Linnean Society's Journal, Botany, vol. XXXIX, London 1909.
4) Verlag von Werner Klinkhardt, Leipzig.
5) Schröder, Br., Phytoplankton aus dem Schlawa-see, in: Berichte d. Deutschen Bot. Gesellschaft 1917, Band 35, Berlin 1917.
6) Schmula, S., Über Wasserblüten in Oberschlesien, in: 74. Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur von 1896, Breslau 1897.
7) Zacharias, O., Über Rotfärbung des Wassers in Fischteichen, in: Deutsche Fischereizeitung Nr. 52, Stettin 1898.

blüte wird das Heloplankton von mehr als 200 Arten von mikroskopischen Pflanzen und Tieren gebildet, von denen aber oft nur wenige oder ganz vereinzelte Exemplare in einer Planktonprobe vorhanden sind. Daher ist ihre quantitative Analyse oder die Feststellung des floristischen und faunistischen Inventars an Schwebewesen eines Teiches sehr zeitraubend und mühevoll, sobald sie gründlich gemacht wird; denn wenn man glaubt, endlich alle Komponenten der betreffenden Planktonprobe gefunden zu haben, und man sieht der Sicherheit wegen noch weiter nach, so kommen nicht selten doch noch einige hinzu. Von den Algen sind besonders Vertreter aus der Gruppe der *Volvocaceen*, der *Hydrodictyceen*, der *Palmellaceen* und der *Desmidiaceen* für das Heloplankton charakteristisch. Davon seien hier nur die häufigsten erwähnt. Unter den *Volvocaceen* tritt namentlich *Volvox aureus*, seltener *V. globator*, auf, so z. B. in den Trachenberger Teichen und denen von Wohlau in Niederschlesien, ferner *Eudorina* und *Pandorina*, sowie *Chlamydomonas* in frisch ausgeschachteten Teichen bei Breslau. Auch bestimmte Chrysomonadinen beherbergt das Teichplankton, z. B. gewisse Chromulina- und Mallomonasarten, *Chrysosphaerella* und *Synura*, von denen die ersteren besonders im Nannoplankton, das man durch Zentrifugieren des Teichwassers gewinnt, enthalten sind. Von Hydrodictyceen birgt das Heloplankton die zierlichen Sternplatten von *Pediastrum*, die kugeligen Coenobien von *Coelastrum* und *Sorastrum* sowie die bandförmigen *Scenedesmus*-Arten. Aus der Gruppe der Palmellaceen finden wir das Genus *Golenkinia*, ferner *Richterella*, *Acanthosphaera*, *Oocystis*, *Bohlinia*, *Lagerheimia*, *Chodatella*, *Tetraedron*, *Crucigenia*, *Ankistrodesmus* u. a.¹⁾ Auch einige besondere Desmidiaceen kommen im Heloplankton immer wieder vor, namentlich dort, wo torfiger Untergrund vorhanden ist, z. B. *Hyalotheca dissiliens*, *Gonatozygon monotaenium*, *Closterium acutum*, *C. pronum*, *C. ceratium* und *C. aciculare*, *Cosmarium Phaseolus*, *Staurastrum gracile* und *S. paradoxum*. Von Peridiniaceen fehlen *Gymnodinium fuscum* und *palustre*, *Ceratium hirundinella* und *C. cornutum*, *Peridinium tabulatum* und *P. minimum* selten im Teichplankton. Auffällig ist die relative Individuen- und Artenarmut an Kieselalgen im Heloplankton; es sind übrigens fast dieselben Arten, die sich auch im Limnoplankton, aber dort weitaus reichlicher finden, nämlich *Melosira granulata*, *Asterionella gracillima*, *Synedra delicatissima*, *Fragilaria crotonensis*, *Rhizosolenia* und *Attheya*, von denen allerdings wieder die letzteren beiden in Teichen häufiger sind als in Seen. Ähnlich wie mit den Kieselalgen oder Bacillariaceen ist es auch mit den Schizophyceen oder Blaualgen des Heloplanktons; sie sind fast

die gleichen wie die des Limnoplanktons¹⁾. Unter den Tieren des Planktons der Teichgewässer stellen nach Zacharias die Rädertiere drei charakteristische Vertreter, nämlich bestimmte Arten der Gattungen *Brachionus*, *Schizocerca* und *Pedalion mirum*. Dagegen fehlen in ihm die Peridiniaceen *Diplopsalis acuta*, die Suctorie *Staurophrya elegans* und der Krebs *Bythotrephes longimanus*. Besonders hebt Zacharias (l. c. 1898) aber den Reichtum an Ceriodaphnien im Heloplankton hervor, die in Seen niemals so zahlreich auftreten. Fast alle Pflanzen des Limnoplanktons kommen in Teichen vor, aber eine Menge von heloplanktonischen fehlen in Seen. Während in der Zusammensetzung des Limnoplanktons ein Unterschied zwischen dem der Oberfläche und dem der Tiefe stattfindet, ist dies beim Heloplankton wegen der geringen Tiefe der Teiche nicht der Fall. Auch finden aus demselben Grunde im Heloplankton keine periodischen Vertikalwanderungen zu den verschiedenen Tageszeiten statt.

(Fortsetzung folgt.)

Besprechungen.

Usener, Hans, *Der Kreisel als Richtungsweiser, seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften*. München, Militärische Verlagsanstalt, 1917. IV, 156 S. und 7 Tafeln. Preis M. 8,—.

In dem vorliegenden, 156 Druckseiten starken Buche behandelt H. Usener die Theorie eines nach allen Richtungen drehbar gelagerten Kreisels und spezielle Ausführungformen moderner Kreiselapparate, die zur Richtungsbestimmung auf der Erde dienen sollen.

Ausgehend vom Flächensatz wird im 1. Kapitel die Theorie eines sich auf drehender Erde befindlichen Kreisels gegeben, der unter der Wirkung beliebiger Drehkräfte steht. Sodann wird im 2. Kapitel der kräftefreie Kreisel behandelt und das Resultat gefunden, daß die Achse eines kräftefreien Kreisels zwar bei reibungsfreier Lagerung nach einem festen Himmelspunkt zeigen würde, sich aber unter der Wirkung stets vorhandener Reibung der Erdachse parallel stellt, also nach dem Zenith einschwingt.

Die im 3. Kapitel behandelten Versuche Foucaults, die Erdrotation mittels Kreisel nachzuweisen, leiten zu den im 4. Kapitel behandelten Konstruktionen von Trouvé, Lord Kelvin und van den Boos über, die den Magnetkompaß ersetzen sollten und einen stabilisierten Kreisel benutzten, d. h. einen Kreisel, dessen Rotationsachse durch die Erdschwere mit Hilfe eines stabilisierenden Gewichtes horizontal gehalten wird. Die erhaltenen Gleichungen dieses sogenannten Meridiankreisels sind identisch mit den früher vom Referenten abgeleiteten Gleichungen.

Anschließend wird die bisher nicht behandelte Theorie des „Azimutkreisels“ aufgestellt, d. i. eines Kreisels, der eine beliebig eingestellte Richtung relativ zur Erde dauernd beibehält, ein Phänomen, das bei geringer Stabilisierung durch Lagerreibung ermöglicht wird; die Theorie läßt aber erkennen, weshalb die langjährigen Versuche, einen praktisch brauchbaren

¹⁾ Pascher, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 5, Chlorophyceen II. Jena 1915.

¹⁾ Seligo, A., Tiere und Pflanzen des Seenplanktons, in: Mikrobiologische Bibliothek Bd. III, Stuttgart.

Apparat in dieser Weise zu konstruieren, fehlschlagen mußten.

Das 6. Kapitel macht uns mit den verschiedenen Dämpfungsmethoden bekannt, die den Meridiankreisel zu einen vollgültigen Magnetkompaßersatz gestalten und das 7. Kapitel mit den Störungen, welche die verschiedenen Arten der Schiffsbewegungen auf den Kreiselkompaß ausüben. Im Zusammenhange hiermit wurden Methoden beschrieben, um diese Störungen unschädlich zu machen. Während sich der Referent, allen übrigen diesbezüglichen Ausführungen voll anschließt, trifft dies bei der Behandlung des sogenannten Schlingerfehlers nicht ganz zu.

Diesen Kapiteln schließen sich noch 9 längere Anmerkungen an, in welchen einzelne abgeleitete Formeln genauer interpretiert werden und die Energiewandlungen des schwingenden Kompasses erläutert werden, und ferner die Theorie des Kreiselpendels abgeleitet wird.

Ein kurzer Abriß der Theorie der Schwingungen bildet das Schlußkapitel.

Ein großer Vorzug des Buches ist die exakte Behandlung der Probleme unter Berücksichtigung der Störungen durch Reibung usw. und die Anlehnung an praktisch versuchte Konstruktionen, wie sie in diversen Patentschriften niedergelegt sind. Hierdurch, speziell auch durch häufige Zahlenbeispiele, wird das Verständnis erleichtert und die überaus spröde Materie schmackhafter gestaltet.

Das Buch kann allen, die sich ernsthaft mit Kreiselpunkten praktisch oder theoretisch befassen wollen und die zur Bearbeitung derartiger Aufgaben die notwendigen Vorkenntnisse besitzen, aufs wärmste empfohlen werden.

O. Martienssen, Kiel.

Bauer, Heinz, †, Physik der Röntgenologie. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. E. Kromayer, herausgegeben von Ilse Bauer. Bibliothek der physikalisch-medizinischen Techniken, Begründer Heinz Bauer, Bd. 9. Berlin. Hermann Meusser, 1917. 53 S. und 1 Bildnis. Preis geb. M. 3,—.

Dieses Buch ist — worauf der Titel leider nicht hinweist — die *Einleitung* zu einer groß angelegten Physik der Röntgenologie, ein durch den frühen Tod des Verfassers abgebrochenes Fragment, der erste und zweite Vortrag eines Fortbildungskurses für Ärzte, der nicht unter 8 Vorlesungen geplant war. Von der eigentlichen Physik der Röntgenstrahlen ist noch nicht die Rede; vielmehr behandelt die erste Vorlesung allgemeine Gesichtspunkte über den Fortschritt der Wissenschaft, insbesondere der Elektrizitätslehre, und das zweite Kapitel setzt breit und klar die Grundbegriffe von Stromstärke, Spannung, Widerstand auseinander — dann wird dem Verfasser jäh die Feder aus der Hand gerissen.

Nicht der Inhalt an Tatsächlichem ist das Wertvolle an diesem Gedenkblatt für den Verstorbenen, das von seiner Frau herausgegeben worden ist, sondern die Form. Aus jeder Seite, jedem Satz sprüht die Lebhaftigkeit des Vortrags eines von seiner Wissenschaft erfüllten Forschers, eines Lehrers, der den Hörern von seiner eigenen Begeisterung abgeben muß. Nichts wäre falscher, als von diesem Manne enge Begrenzung des Stoffes zu verlangen, die allein das Ziel im Auge hat, die Mediziner kurz und bündig mit den Wegen und Ergebnissen der Röntgenkunde bekannt zu machen. Nein, Sturm und Drang reißt den Vortragenden fort, und er entwickelt seinen Hörern (die, wie Prof. Kromayer im Vorwort schreibt, oft Raum und Zeit darüber vergaßen) Gedanken über Wesen und Wert unserer

wissenschaftlichen Erkenntnis, über den Wahrheitswert der Theorie, wie sie weitab von dem alltäglichen Ideenkreise liegen. Wer wollte bestreiten, daß solche Anregung zum Nachdenken über die Grundlagen der exakten Wissenschaft bei Medizinern auf fruchtbaren Boden fällt, zumal wenn im Vortrag dieser Schwung liegt, der selbst in den bedruckten Seiten fühlbar ist.

Heinz Bauers sympathisches Bildnis zielt das vorzüglich ausgestattete Bändchen, das sich zweifellos in der Hand seines Verfassers zu einer eigenartigen und vorzüglichen Einführung in die Röntgenkunde ausgewachsen hätte.

P. P. Ewald, München.

Wlassak, Rudolf, Ernst Mach, Gedächtnisrede, gehalten in der soziologischen Gesellschaft zu Wien. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1917. 47 S. Preis M. 1,20.

Diese Gedächtnisrede fällt insofern sehr aus dem üblichen Rahmen heraus, als in ihr das Persönliche ganz zurücktritt, ja kaum beiläufig zur Geltung kommt. Es handelt sich vielmehr um eine rein sachliche Würdigung des Denkers, um den Versuch, in aller gebotenen Kürze doch die Hauptpunkte in der Lebensarbeit Machs klar zu entwickeln und zu umschreiben. Das geschieht nicht ohne zahlreiche polemische Seitenblicke und Exkurse, und ebenso fehlt es nicht an dem Apparat gelehrter Anmerkungen und Literaturnachweise. Der Verfasser geht aus von der Schilderung der Zeitverhältnisse und der allgemeinen Problemlage, aus der die Grundfragen der Machschen Lehre hervorwachsen; er zeigt dann, wie besonders die sinnesphysiologischen Studien für ihn von entscheidender Bedeutung wurden und allmählich seine Erkenntniskritik sich konzentrisch erweiterte, bis sie auch die umfassendsten Probleme, diejenigen, welche auch Hume und Kant sich gestellt hatten, in ihren Bereich zog. Eine kritische Würdigung der Weltansicht Machs wird man natürlich hier nicht suchen wollen — nur ein paar Ansätze dazu finden sich beiläufig und vereinzelt — der Verfasser gibt sich ganz als Jünger Machs und des Positivismus überhaupt (auch ganz besonders im Sinne von Avenarius). Aber jedenfalls bieten seine klaren und überzeugten Darlegungen eine sehr gute Einführung in die Entstehung und die wichtigsten Gedankengänge der Machschen Philosophie.

M. Kronenberg, Berlin.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 7. Januar 1918 sprach der erste Vorsitzende der Gesellschaft Prof. Schlotow über **Die Geschichte der faunistischen Ornithologie in Brandenburg.** Aus dem inhaltsreichen Vortrag, der das Thema sehr eingehend und erschöpfend behandelte, sei hier Folgendes hervorgehoben: Der Weg zur Erforschung des Lebens der Vögel wurde in Deutschland zuerst durch den Dominikanermönch Albertus Magnus im 13. Jahrhundert gewiesen. Aber der Einfluß dieses bedeutenden Mannes und seiner Schriften ging in den folgenden Jahrhunderten wieder völlig verloren. Erst um die Mitte des 16. Jahrhunderts begegnen wir in Brandenburg einem Mann, der den Naturwissenschaften, besonders der Astronomie, Chemie und Botanik, nachhaltiger nahe zu treten wußte: Johann Leonhard Thurneisser. Ihm folgten Wegner in Frankfurt a. O., der 1690 ein Buch „de origine avium“ veröffentlichte, Johann Christian Seidel mit seinem 1729 erschienenen Werke „de regulis architecturae generalibus, quibus Deus in formandis animalibus usus est“, und andere

Forscher. Die Schriften dieser Männer preisen lediglich die Vögel als ein herrliches Werk göttlicher Weisheit, der sie aus eben Nichts oder aus der Luft und dem Wasser geschaffen habe. Sie enthalten aber keinerlei Hinweise auf die Kennzeichen und Lebensweise der Tiere, wie sie bereits *Albertus Magnus*, freilich in bescheidenen Grenzen, zu zeichnen versucht hatte. Die eigentliche Forschung auf zoologischem Gebiet beginnt in Brandenburg erst im 18. Jahrhundert. An der Spitze stand damals die Universität Frankfurt a. O., deren Professoren zoologische Vorlesungen hielten. *Otto* gab eine Übersetzung der Buffonschen Naturgeschichte der Vögel heraus, — und *Borowski* und *Schneider* vertraten in ihren Schriften einen Standpunkt, der sich in der Auffassung des Vogels und seines Lebens bereits den Anschauungen späterer Zeiten näherte. Bahnbrechend für die Ornithologie Deutschlands wurde in der Mitte des 18. Jahrhunderts *Johann Leonhard Frisch* in Berlin durch sein Werk „Vorstellung der Vögel Deutschlands“, dessen Angaben sich in erster Linie auf die Avifauna der Mark Brandenburg beziehen. *Frisch* studierte eifrig die Vogelwelt in der Umgebung Berlins, suchte an gefangenen Vögeln biologische Probleme zu erforschen und legte sich eine Sammlung von konservierten Vögeln an. So ist *Frisch* als der Begründer der Ornithologie in Brandenburg zu betrachten. Ihm folgten in unserer Provinz eine große Reihe hervorragender Ornithologen, wie *Pallas*, *Brandt* und *Cabanis*, einer der genialsten deutschen Ornithologen, die jedoch ihre Studien weniger der Vogelwelt ihrer Heimat als der Erforschung fremder Gebiete zuwandten. Dasselbe gilt auch von *Anton Reichenow* in Berlin, dem Verfasser des monumentalen Werks: „Die Vögel Afrikas“.

In dem genialen Werke über die Vögel Mitteleuropas von *Johann Friedrich Naumann*, unserem größten deutschen Ornithologen, um dessen Besitz uns andere Nationen mit Recht beneiden, finden sich bei der Beschreibung einzelner Arten Hinweise auf ihr Vorkommen in der Mark Brandenburg. Auch des alten *Ludwig Brehm* muß an dieser Stelle gedacht werden, nicht daß er eine besondere Arbeit über die Ornithologie der Mark Brandenburg verfaßt hätte, sondern weil er in seinen Schriften auf eine später leider verschollene märkische Vogelsammlung hinweist, die viel Raritäten enthielt. Das Jahr 1847, in dem *Johann Heinrich Schulz* seine Fauna marchica publizierte, ist der Beginn stetiger ornithologischer Forschung in der Mark Brandenburg. *Schulz* führt in seinem Werk 220 Arten auf, d. h. nur 70 weniger als wir heute annehmen. Nach ihm gab *Vangerow* eine zweite umfassende faunistische Darstellung der Vögel unserer Provinz. Durch die von *Cabanis* in Berlin 1868 begründete Deutsche Ornithologische Gesellschaft erfolgte ein inniger Zusammenschluß der deutschen Ornithologen, die sich zu regelmäßigen Zusammenkünften in Berlin vereinigten und auf gemeinsamen Ausflügen in der Umgebung Berlins die heimatische Ornithologie erforschten.

1876 veröffentlichte der Vortragende zusammen mit *Bau* eine Schrift über die märkische Vogelwelt: „Materialien zu einer Ornithologie der Mark Brandenburg“. Die Arbeit enthielt 39 Arten mehr als die von *Schulz* verfaßte und ist für die ornithologischen Kenntnisse der Mark Brandenburg grundlegend geworden. Andere märkische Forscher damaliger Zeit sind *Altum*, *Kutter*, *Böhm*, *Bolle*, *Borggreve*, *Walter* und *Krüger-Velthusen*, die beiden letzteren durch wertvolle Arbeiten über die Biologie des Kuckucks bekannt. In die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts fällt auch die Tätigkeit des

Forstmeisters zur Linde in Gramzow in der Uckermark, der in seinem Revier einen intensiven Vogelschutz ausübte, indem er vor allem den schädlichen und allorts verfolgten Vögeln, wie Wanderfalk und Fischreiher, eine ungestörte Heimstätte bereitete. Er kann daher als der Vorläufer der modernen Naturdenkmalspflege betrachtet werden. Im Gegensatz zu all den genannten Forschern, die mit großer Gewissenhaftigkeit arbeiteten, stehen die Publikationen *Stengels* jener Zeit, die viel Irrtümer und falsche faunistische Angaben enthalten, die leider in der Literatur bis auf den heutigen Tag recht verwirrend gewirkt haben.

Den beiden letzten Dezennien des vergangenen Jahrhunderts gehört auch die Tätigkeit *Hockes* an, der sich durch Herausgabe der Zeitschrift für Oologie einen Namen gemacht hat. Der Vortragende schilderte in drastischen Worten das eigenartige Leben dieses Mannes, der ein Original war, wie man es heute nicht mehr findet, wie er in einer kleinen Mansardenkammer einer Berliner Wohnung hauste und hier seine Tätigkeit entfaltete, und wie er beim Eiersammeln, seiner Lieblingsbeschäftigung, alle Schliche und Ränke anzuwenden wußte, um nicht mit den Behörden in Konflikt zu geraten.

1881 veröffentlichte der Vortragende einen zweiten Beitrag zur Ornithologie der Mark Brandenburg, der das Vorkommen von vier bis dahin noch nicht aus der Mark bekannten Arten, nämlich des Seidenreihers, der schwarzschwänzigen Uferschnepfe, der Sperbereule und des Dreizehenspechts, nachwies. In einem dritten Beitrag 1885 gab *Schalow* eine Zusammenstellung aller der Vogelarten, die in den an die Mark angrenzenden Gebieten gefunden sind, in der Provinz Brandenburg aber noch nicht nachgewiesen waren. Der vierte Beitrag aus dem Jahre 1890 enthält 273 Vogelarten für Brandenburg. In neuerer Zeit hat sich eine namhafte Reihe jüngerer Ornithologen um die Erforschung der brandenburgischen Ornithologie verdient gemacht, unter denen *Erich Hesse* besonders hervortritt. Diesem eifrigen, scharfsinnigen Forscher gelang es, das Vorkommen von *Alca torda*, *Luscinia svecica*, *Gaetkei*, *Locustella luscinioides* und *fluviatilis* (letztere beiden als Brutvögel) in der Mark nachzuweisen. Außerdem stammen aus seiner Feder vorzügliche biologische Mitteilungen über unsere Weihen, den Kranich und Schwarzspecht, sowie eine umfassende faunistische Arbeit über das Havel- und Rhinluch.

Geheimrat *Reichenow* zollte im Namen der Versammlung dem Vortragenden Dank und Anerkennung für den sehr interessanten und für die Geschichte der Ornithologie so überaus wertvollen Vortrag, aus dem die große Liebe des Vortragenden für seine Heimat, die Mark Brandenburg, hervorleuchtet und der eine Frucht langjähriger, intensiver Arbeit darstellt, die Professor *Schalow* selbst in die Reihe der bedeutendsten märkischen Forscher stellt.

F. von Lucanus, Berlin.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung am 12. Februar besprach Geheimrat Dr. *Hergesell* die Windverhältnisse über dem Pic von Teneriffa nach zweijährigen Beobachtungen des Geophysikalischen Observatoriums am Pic von Teneriffa. Der Vortragende hat in den Jahren 1905 und 1907 auf Schiffsexpeditionen den vertikalen Aufbau der Passatwinde untersucht, wobei sich zeigte, daß das

System von Passat und Antipassat durchaus nicht so einfach und schematisch verläuft, wie man bisher angenommen hatte. Es gelang ihm 1909, ein Observatorium für weitere Studien dieser Art auf dem Kraterlande des Pic von Teneriffa, im Wüstengebiet der Cañadas, ungefähr 2200 m hoch zu errichten, wo deutsche Gelehrte von November 1909 bis April 1912 fast täglich Pilotballone haben steigen lassen. Hilfsstationen befanden sich auf dem Gipfel selbst (3700 m) und auf dem Kraterwall (Gipfel des Guajara, 2700 m). Das Beobachtungsmaterial über die vertikale Windverteilung in dieser Gegend ist jetzt sowohl durch Zeichnung von Windrosen in verschiedenen Höhen als auch durch Vektoraddition der Windwege bearbeitet worden.

Das alte Schema eines unteren Nordostpassats, über dem in gewisser Höhe ein beständiger Südwest-Antipassat weht, das sich namentlich auf die Beobachtungen bei Besteigungen des Pics durch *v. Humboldt*, *v. Buch* u. a. stützte, erweist sich tatsächlich nur in einigen Sommermonaten als angenähert richtig. Die Windverteilung ist vielmehr im allgemeinen sehr unregelmäßig. In $3\frac{1}{2}$ km Höhe sind im Winter NW- und NE-Winde am häufigsten, während des Frühlings und Herbstes überwiegen W und NW, und nur von Juni bis August herrscht SW vor, jedoch tritt auch dann noch NW und NE häufig ein. Ähnlich ist die Verteilung in $4\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{2}$ und $9\frac{1}{2}$ km Höhe. Bildet man statt der Windrosen resultierende Windvektoren, so erhält man im wesentlichen dasselbe Bild, also in allen Jahreszeiten mit Ausnahme des Sommers westliche bis nordwestliche Vektoren und nur im Sommer einen mittleren Vektor aus SSW. Die oberen Strömungen sind im Winter am stärksten.

Herr *Hergesell* ging alsdann auf die theoretische Verwertung solcher Ergebnisse ein. Aus ihnen läßt sich z. B. die sogen. *innere Reibungskonstante der Atmosphäre* ableiten, für die in annähernder Übereinstimmung mit *Åkerblom*, *Sverdrup* u. a. ein Wert zwischen 50 und 100 ($\text{cm}^{-1} \text{g sec}^{-1}$) gefunden wurde, also rund 500 000 mal so groß wie der im Laboratorium bestimmte Wert 1.7×10^{-4} ($\text{cm}^{-1} \text{g sec}^{-1}$). Der Grund für diese Abweichung liegt in der Turbulenz der Atmosphäre. Anscheinend werden auch andere physikalische Konstanten, z. B. der Wärmeleitungskoeffizient der Luft durch Turbulenz beeinflusst. Im Zusammenhang hiermit berichtete der Vortragende noch über einige neuere Versuche am Aeronautischen Observatorium in Lindenberg, den täglichen Temperaturgang in den höheren Luftschichten zu bestimmen. Um gleichmäßig über den Tag verteilte Beobachtungen zu erhalten, werden die Aufstiegszeiten der durchschnittlich dreimal am Tage emporgelassenen Drachen von Tag zu Tag um 2 Stunden verschoben. Die Aufstiege lehrten, daß nicht, wie bisher angenommen, der tägliche Gang schon in etwas über 1 km Höhe verschwindet, sondern, daß bis zu 4 km eine Amplitude von 1 bis 2° bestehen bleibt mit einem Temperaturmaximum in der Nacht. Die Erscheinung läßt sich durch die Annahme erklären, daß die Abkühlung der Luftteilchen u. a. auch von der Turbulenz und der dadurch bedingten Mischung der Atmosphäre beeinflusst wird.

Sü.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die mitteleuropäischen Staaten und die internationale Meterkonvention (Dr. *Plato*, Geheimer Regierungsrat bei der Kaiserlichen Normal-Eichungs-

kommission, *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, Dezember 1917). Die Urmaße des metrischen Systems, Urmeter und Urkilogramm, wurden nach ihrer Fertigstellung in den französischen Staatsarchiven niedergelegt und von Frankreich unter seine alleinige Obhut genommen. Es zeigte sich aber dieser Aufgabe nicht gewachsen. Die Urmaße verfielen, so daß die zu verschiedenen Zeiten von ihnen abgeleiteten Urmaße der Staaten, die nach und nach das metrische System einführten, untereinander nicht mit der erforderlichen Genauigkeit übereinstimmten. Diesem Zustande machte der am 20. Mai 1875 zwischen der Mehrzahl der Kulturstaaten abgeschlossene Metervertrag ein Ende. Die alten französischen Urmaße wurden ihrer Bedeutung entkleidet und durch internationale Urmaße ersetzt, die in dem neu begründeten internationalen Bureau für Maß und Gewicht aufbewahrt werden. Das Bureau steht unter der Aufsicht des aus 14 Mitgliedern zusammengesetzten internationalen Komitees für Maß und Gewicht, das seinerseits der Autorität der internationalen Generalkonferenz unterstellt ist. Die wichtigste Aufgabe des Büreaus besteht in der regelmäßig wiederkehrenden Vergleichung der Landesurmaße der Vertragsstaaten und der Prüfung von geodätischen Meßstangen und von Maßen und Gewichten hoher Genauigkeit für Wissenschaft und Technik. Das Komitee leitet diese Arbeiten, wählt den Direktor und die Adjunkten des Büreaus, genehmigt die Verwendung der Gelder und erstattet der Generalkonferenz Bericht. Es tritt mindestens alle zwei Jahre zusammen. Sein Präsident ist zurzeit der vormalige Direktor der Kaiserlichen Normal-Eichungskommission, Prof. Dr. *Förster*. Neben ihm sind noch durch gelehrte Mitglieder vertreten: von unseren Bundesgenossen Österreich und Ungarn, von unseren Feinden: Vereinigte Staaten von Nordamerika, Rußland, Japan, Großbritannien und Irland, Frankreich, Italien, Rumänien, von den Neutralen: Spanien, Schweden, Schweiz, Dänemark. Hierzu kommt noch der Direktor des Büreaus, zurzeit ein Schweizer, *Guillaume*. Neben drei Vertretern der Mittelmächte sitzen also 7 Vertreter ihrer Feinde. Wird man bei dieser Zusammensetzung wohl auf ein weiteres ersprießliches Zusammenarbeiten rechnen können? Diese Frage dürfte wohl zu verneinen sein. Zu viel des Bösen ist uns von unseren Gegnern angetan, als daß wir es so bald vergessen könnten, und es werden manche Jahre dahinschwinden müssen, bis es wieder zu einem ersprießlichen Zusammenarbeiten am gleichen Tische kommt. Bei dem jetzigen Stimmenverhältnis haben die Vertreter der feindlichen Verbündeten es ohne weiteres in der Hand, die Mittelmächte jedes Einflusses auf die Arbeiten des Komitees und des Büreaus zu berauben. Und wenn selbst die Gelehrten im Komitee unparteiisch miteinander raten und taten wollten, dann könnten die Diplomaten in der Generalkonferenz die Vertreter der Mittelmächte aus dem Komitee herauswählen, und werden dann die Vertreter von Deutschland, Österreich und Ungarn z. B. durch solche von Kanada, Portugal und Siam ersetzt, dann tritt die Widersinnigkeit ein, daß gerade diejenigen Großstaaten, die das metrische System noch gar nicht oder nur wahlweise eingeführt haben, nämlich die Vereinigten Staaten, Großbritannien und Rußland, auf seine Verwaltung und Weiterbildung, an denen sie doch kein unmittelbares Interesse haben, den größten Einfluß ausüben können, während Deutschland, der größte der Staaten, die sich im Handel der metrischen Maße bedienen, ebenso wie die übrigen Mittelmächte, von jeder Mitwirkung ausgeschlossen wären. Gegen

derartige Möglichkeiten müßten beim Friedensschlusse Sicherheiten getroffen werden, oder die Mittelmächte müßten vorläufig von dem Metervertrage zurücktreten und einen erneuten Anschluß an die internationalen Einrichtungen erst dann wieder suchen, wenn die vom Kriege geschlagenen Wunden vernarbt und Haß und Ubelwollen wieder gegenseitigem Verstehen und Vertrauen gewichen sind.

Allerdings gingen dann die Mittelmächte jeglichen Anspruches an die internationalen Einrichtungen verloren und könnten auch die regelmäßige Kontrolle ihrer Landesurmaße durch das internationale Urmaß nicht mehr verlangen. Indessen ist hierin, wenigstens für die Urmaße des Meters, kaum eine Gefahr zu erblicken. Die völkischen Urmaße sind aus demselben Gußblock hergestellt und in gleicher Weise bearbeitet wie das internationale Urmaß. Sie sind mit ihm und untereinander mit der größten Genauigkeit verglichen und ihm daher völlig gleichwertig; jedes einzelne könnte das internationale Urmaß ersetzen, wenn es einmal zerstört werden oder verloren gehen sollte. Zudem hat sich bei den letzten Untersuchungen in Breteuil gezeigt, daß sie so gut wie keine Veränderungen erfahren haben. Wenn man daher von Zeit zu Zeit die Urmaße der Mittelmächte untereinander vergleicht, wobei vielleicht noch einige Stäbe neutraler Staaten mit hinzugenommen werden könnten, dann wird man von einem Wiederanschluß an das internationale Urmaß so lange absehen dürfen, als sich nicht unaufklärbare Unterschiede zwischen den ersten Bestimmungen in Paris und den bei den neuen Vergleichen ermittelten Fehler der Stäbe herausstellen. Diese Vergleichen könnten in der Kaiserlichen Normal-Eichungskommission vorgenommen werden, die hierzu mit den erforderlichen Hilfskräften und Hilfsmitteln ausgerüstet ist.

Hierzu kommt noch, daß jetzt die Längeneinheit des metrischen Systems nicht mehr allein durch den im internationalen Maß- und Gewichts-bureau niedergelegten Stab aus Platiniridium dargestellt, sondern auch außerdem durch die Wellenlänge des Kadmiumlichtes ausgedrückt ist, also durch eine Natureinheit, die sich jederzeit mit größter Genauigkeit wieder ermitteln läßt. Eine Wiederholung der in Breteuil von *Michelson* und dann später von *Macé de Lépinay*, *Benoit* und *Buisson* ausgeführten Untersuchungen wird jetzt in der Kaiserlichen Normal-Eichungskommission vorbereitet, eine weitere Untersuchung mit Heliumlicht ist in Aussicht genommen. Soweit die Längeneinheit in Betracht kommt, wäre es daher ganz unbedenklich, wenn die Mittelmächte sich vorläufig, z. B. für die nächsten 25 Jahre, von der Herrschaft der internationalen Urmaße frei machten. Was hernach zu geschehen hätte, müßte weiterer Erwägung vorbehalten bleiben.

Nicht ganz so günstig liegen die Verhältnisse bei der Einheit der Masse. Die Kontrolle durch die Vergleichung der Urgewichte der Mittelmächte untereinander unter Zuhilfenahme einiger Kilogrammstücke neutraler Staaten ist auch hier gegeben, nicht aber die durch Anschluß an eine Natureinheit. Die Wiederherstellung des Kilogramms aus dem Dezimeter ist zu ungenau, als daß sie in Frage käme, ganz abgesehen davon, daß die Begriffsbestimmung des Kilogramms als der Masse eines Kubikdezimeters reinen Wassers längst aufgegeben ist. Immerhin haben die erst vor wenigen Jahren in Breteuil vorgenommenen erneuten Untersuchungen der völkischen Urmaße der Masse in bezug auf ihre Unveränderlichkeit so günstige Ergebnisse geliefert, daß man auch hinsichtlich der Urkilogramme

für die nächsten 25 Jahre keine Besorgnisse zu haben braucht, namentlich wenn die erwähnten Kontrollen durchgeführt werden.

Zu den weiteren Aufgaben des internationalen Maß- und Gewichts-bureaus gehört auch die Prüfung der geodätischen Meßstangen und Meßdrähte. Namentlich für die letzteren waren bis vor etwa 1½ Jahrzehnten nur in Breteuil einwandfreie Prüfungseinrichtungen vorhanden. Das hat sich in letzter Zeit geändert. Die Kaiserliche Normal-Eichungskommission besitzt jetzt Einrichtungen, die denen in Breteuil mindestens ebenbürtig sind. Die Preußische Landesaufnahme läßt daher auch alle ihre Meßeinrichtungen nur noch hier bestimmen.

Als letzte der dem internationalen Bureau zugewiesenen Aufgaben ist die Vergleichung aller Maß- und Gewichtsabstufungen von hohem Präzisionscharakter erwähnt. Die Wissenschaft ist an keine Landesgrenzen gebunden, Untersuchungen jeder Art, die in einem Staate ausgeführt sind, werden in einem anderen wiederholt oder ergänzt und erweitert. Sollen sie daher restlos aneinander gemessen werden können, so müssen sie auf ein einziges Urmaß zurückgeführt werden, als welches nur das internationale Urmeter und Urkilogramm in Frage kommen kann. Indessen ist auch jetzt der Anschluß kein unmittelbarer, da zu Vergleichen dieser Art nicht die Urmaße selbst, sondern nur ihre Nachbildungen (*Témoins*) herangezogen werden, die im Range der völkischen Urmaße stehen und auch aus ihrer Zahl entnommen sind. Man wird sich also auch hier mit dem mittelbaren Anschluß über die Landesurmaße begnügen können und wird, um ganz sicher zu gehen, ihn nicht nur in dem Lande, wo die Arbeit ausgeführt, sondern auch in dem, wo sie nachgeprüft ist, vornehmen lassen.

So weist denn alles darauf hin, daß eine Loslösung der Mittelmächte von der internationalen Meterkonvention für die nächste Zeit wenigstens keinen Schaden bringen kann. Im Gegenteil würde ein engerer Zusammenschluß der Mittelmächte nur ein neues Band der Einigung um sie schlingen. Wie die Diplomaten und Kaufleute sich zu diesen Fragen stellen wollen, muß ihnen überlassen bleiben, vorstehend sind sie nur vom Standpunkt des Metronomen behandelt.

Autoreferat.

Über die Verwendung der Kälte in der anatomischen Technik (*Karl Reuter*, Zeitschrift für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre Bd. II, Heft 4/6. Festschrift für *Emil Gasser*. Berlin, J. Springer 1918). Die Konservierung des Leichenmaterials für anatomische, speziell Präpariersaalzwecke, hat durch die Einführung der Formalinjektionsmethoden zweifellos eine bedeutende Verbesserung erfahren. Gleichwohl ist es noch nicht gelungen, durch Erhaltung der natürlichen Farben und der normalen Konsistenz einigermaßen ausreichenden Ersatz für das frische Leichenpräparat zu gewinnen. In dieser Beziehung kann die Kälte-konservierung etwas leisten. Ihre bisherigen Leistungen stehen indessen auf einer relativ niedrigen Stufe, weil die in Anwendung gezogenen Temperaturgrade nicht genügten, um alle Leichenveränderungen unmöglich zu machen. Erst ein völliges Durchfrieren der Leichen kann eine dauernde Haltbarkeit garantieren. Darauf läßt zum Beispiel der Konservierungszustand der Jahrtausende alten, in den Tundren Sibiriens eingefrorenen gewesenen Mammuthleichen schließen, deren Fleisch in aufgetautem Zustande von den Hunden gierig gefressen wird. Entscheidend für die Brauchbarkeit eines solchen Durch-

frierverfahrens ist natürlich die Frage nach den Veränderungen, welche das Einfrieren an sich an den Geweben bedingt. Die darauf gerichteten Untersuchungen an der Muskulatur verschiedener Wirbeltiere und des Menschen haben die interessante Tatsache ergeben, daß hierbei der *Gefriereschwindigkeit* eine ausschlaggebende Rolle zufällt.

Durch sehr intensive und schnelle Abkühlung gelingt es z. B., das frische Muskelgewebe so schnell zum Gefrieren zu bringen, daß selbst mikroskopisch erkennbare Störungen des anatomischen Aufbaus völlig ausbleiben. Bei einer Verzögerung des Einfrierens dagegen treten kontinuierlich zunehmende Störungen der Gewebstruktur auf, deren Intensität sich umgekehrt verhält wie die Abkühlungsgeschwindigkeit.

Diese bisher unbekannten Beziehungen verdanken den rein physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten des Gefriervorganges ihre Entstehung. Sie lassen sich etwa in folgender Weise formulieren:

Beim Gefrieren frischer, protoplasmatischer, tierischer (vermutlich auch pflanzlicher) Gewebe spielen sich bei gleichmäßiger Abkühlung die physikalisch-chemischen, in festem Abhängigkeitsverhältnis zur Gefriereschwindigkeit stehenden Dissoziationsvorgänge (Ionenwanderungen und kolloidale Trennungerscheinungen) von vornherein isoliert im Inneren einer jeden Körperzelle ab und liefern gegebenenfalls den Dimensionen der letzteren angepaßte, feine gewebliche Strukturveränderungen (Flüssigkeitsansammlungen, Protoplasmaverdrängungen; vgl. Abbildungen der Originalarbeit). Der Zellorganismus als somit anfänglich noch aktiv morphologisch bestimmender Faktor kann bei zunehmender Verlangsamung des Abkühlungsprozesses und bei Gegenwart überwiegender Flüssigkeitsmengen unter Sprengung der Zellgrenzen so vollständig ausgeschaltet und beiseite gedrängt werden, daß er morphologisch nur noch die Rolle eines passiven Fremdkörpers innerhalb der zusammenhängend ausgeschiedenen Gefrierflüssigkeit spielt, die darauf als Ganzes den Kristallisationsgesetzen unterliegt.

Die Grenze der Gefrierverlangsamung, bis zu welcher die Körperzelle das histologische Bild noch zu beherrschen pflegt, ist bei verschiedenen Geweben naturgemäß verschieden, aber beeinflußt durch den jeweiligen Wassergehalt, die Zellgröße und die Dehnbarkeit der Zellmembran.

Unter den gegebenen Umständen wird also der Konservierungszustand des Leichenmaterials um so besser sein, je schneller das Einfrieren erfolgte, d. h. je niedriger die angewandten Temperaturen waren und je schneller sie wirken konnten.

Am günstigsten stellt sich der Erfolg bei der Verwendung flüssiger Luft bzw. flüssiger Kohlensäure. Mit Hilfe der letzteren arbeitet bekanntlich seit langer Zeit die Mikrotomtechnik. Die unvorteilhafteste Methode dagegen ist das Einfrieren in gewöhnlicher Luft, welche bekanntlich am langsamsten einwirkt. Den Anforderungen, die an Leichenmaterial für Präpariersaalzwecke zu stellen wären, würde das Einfrierenlassen in unterkühlten Salzlösungen (Kochsalz, Chlormagnesium, Chlorkalzium usw.) genügen. Die dabei zur Anwendung gelangenden Temperaturen würden etwa zwischen -20° bis -50° C liegen, und der ganze Prozeß könnte durch eine Vorkühlung auf 0° noch beschleunigt werden.

Praktisch würde man sich die Lösung der Aufgabe so vorstellen, daß die aus der Kältemaschine kommende, auf dem erforderlichen Temperaturminimum befindliche Sole einen verschließbaren, gut isolierten und abgedichteten Behälter passiert, welcher das zu gefrierende

Leichenmaterial beherbergt. Dabei ist die Konzentration der Salzlösung nach einem von *Ottesen* angegebenen Prinzip so zu wählen, daß sich die Lösung bei der jeweiligen Betriebstemperatur gerade auf ihrem Gefrierpunkt befindet, so daß sie eben beginnt, reines Eis abzuschneiden. Alsdann kann auch ein Eindringen des Salzes in die Körpergewebe nicht stattfinden.

Bei der Anwendung eines solchen Verfahrens wäre das Ausbleiben von makroskopisch erkennbaren Gewebeschädigungen zu erwarten. Unberücksichtigt ist bisher noch das Eintreten hämolytischer Vorgänge, welche etwa störend wirken können und deren Entstehungsbedingungen beim Gefrierprozeß noch weitere Untersuchungen erforderlich machen.

Inmerhin kann die Erkenntnis neuer Tatsachen auf dem Gebiete der Gefrierhistologie Hand in Hand mit den Fortschritten der Kälteindustrie im allgemeinen auch für die anatomische Wissenschaft und Technik in Zukunft neue Bahnen erschließen.

Autoreferat.

Bis in die Neuzeit hinein glaubte man nicht an die Existenz des prähistorischen Menschen im Orient. Einen Umschwung erfuhr unsere Kenntnis der orientalischen Frühgeschichte erst vor etwa 20 Jahren. *Fré Néophytus* gibt in *La Préhistoire en Syrie-Palästine*, L'Anthropologie, Paris, Tome XXVIII, Nr. 4/5, Juli—Oktober 1917, S. 313 ff., einen chronologischen Überblick über die bisherigen Ausgrabungen in Syrien und Palästina und fügt ergänzend seine eigenen Forschungsergebnisse bis in das Jahr 1914 hinzu. In *Palästina* fand als erster Abbé *Morétain* im Jahre 1865 in den Abri in der Umgegend von Beit-Sahür bei Bethlehem eine kleine Sammlung behauener Werkzeuge und archaischer Gegenstände aus Knochen und Ton. 1870 grub Abbé *Richard* bei Galgala nahe beim Jordan und in Tibneh einige Steininstrumente aus, die er für Beschneidungsmesser der Hebräer aus der Zeit Josuas hielt. Jedoch blieb man im Zweifel über das Alter der Funde. Da man aber das Steinzeitalter Ägyptens kannte, sowie den Gebrauch des Metalls, schloß man auf gleiche Verhältnisse in Palästina. Infolgedessen wurde mit zahlreichen Grabungen begonnen und diese jahrelang weitergeführt, hauptsächlich durch Geistliche bei Bethlehem, Jerusalem, am Jordan und am Berg Thabor. Methodisch ging aber erst der Archäologe *R. P. Germer-Durand* vor. Er gründete das Museum von Notre-Dame de France in Jerusalem, wo er seine Funde unterbrachte. 1906 enthielt es schon mehrere Tausende von Steinwerkzeugen. Aber schon 1897 hatte *Germer-Durand* etwa 50 paläolithische und neolithische Gräber gehoben. — Ganze Dörfer und zahlreiche Reste einer Industrie der alten Canaaniter, den Nachfolgern der primitiven Neolithiker, kamen unter sogenannten Tells, das sind Erdhügel von konischer Form, zum Vorschein. Dort fand man auch neolithische Gräber, vielmehr man hielt sie dafür, die bisher für Palästina unbekannt waren: Felsbänke, eine Art Felsaltäre, die offenbar zu Opferzwecken dienten; die dort gefundenen Tierknochen lassen auf einen primitiven Kult schließen. In Gezer stieß man auf eine unverletzte Gräbergrotte mit einer Schicht canaanitischer Bestattungen und einer Schicht primitiver neolithischer Krematorien; vermischt mit grober Töpferei wurde dort noch eine Menge menschlicher Knochen geborgen, etwa 100 Individuen beiderlei Geschlechts und jeden Alters, selbst Neugeborene. — Zahlreich in Palästina sind die megalithischen Monumente: Dolmen, Cromlech, Menhir usw.

Weniger gründlich als Palästina ist bisher *Syrien*

durchforscht. Immerhin gehen die Entdeckungen der Stationen der Grotte von Jaitta an der Quelle des Nahr el Kelb und von Antelias am gleichnamigen Fluß durch *Hedenborg* und *Botta* auf das Jahr 1833 zurück. Bis jetzt sind nur in Antelias menschliche Überreste und Werkzeuge aus Knochen gefunden worden. 1864 hob *Tristram* eine Station im Freien an Felsen bei der Mündung des Ras el Kelb; im gleichen Jahre entdeckten *Lartet* und der *Herzog von Luyes* ebenda einen prähistorischen Herd. 1875 folgte *Fraas* mit der neolithischen Station bei Nahr el Jaaz (Djoz), mit einer eben solchen *Dawison* 1884 in den Sanden von Beyruth. 1893 erschien die erste Notiz von *Pater Zumoffen* über die Entdeckungen im Libanon, und in der Folge bis zum Jahre 1908 veröffentlichte er seine weiteren Forschungsergebnisse. Im Jahre 1910 folgen die Funde bei Beyruth durch die Ausgrabungen der PP. *Bovier-Lapierre* und *Desribes*. Die vom Verfasser im Jahre 1914 gehobenen Funde sind in den Museen von Algier und Rom untergebracht. — Sowohl *Blankenhorn* (1905) wie *P. Zumoffen* (1908) waren völlig im unklaren, ob der prähistorische Mensch in Nordsyrien existiert hat. Und doch erwähnte *Chantre* ein schon 1884 am Euphrat gefundenes bearbeitetes Stück Silex. Jedoch sind bis heute die Funde in Nordsyrien spärlich geblieben. Bei Aleppo hat Verfasser im Jahre 1912 in einem Tell eine neolithische Station gehoben. Sonst ist bisher nichts gefunden worden, mehr aus dem Grunde, weil vorerst nur oberflächlich und unvollständig gegraben wurde, als aus Mangel an Fundplätzen. — An Tierresten fand man Bison, Ursus (3 Arten), Feliden, Rhinoceros, Vulpes, Cervus elaphus, Sus scrofa, Equus caballus usw., ferner Vögel und Molusken. Verfasser glaubt aus der Fauna schließen zu dürfen, das Klima sei während der letzten Eis-(Würm-)zeit in Syrien und Palästina milder und feuchter gewesen als in Europa; im allgemeinen nähert sich die Fauna aber sehr dem europäischen Quaternärklima. So lassen sich auch alle Funde in die für das europäische Paläolithikum aufgestellte Klassifikation einreihen. Ganz besonders sind alle typischen Formen des europäischen Chelléen und Acheuléen vertreten, und zwar in den Stationen Adlun, Akbyeh und Ras el Kelb usw., darunter geradezu vollkommene Werkzeuge in Mandelform. Das Moustérien fand man hauptsächlich in Syrien; zahlreich sind die typischen Moustérienspitzen in Saïda, Nahr el Kelb, Nahr Ibrahim. Die beiden Grotten von Antelias und Jaitta teilt Verfasser (wie übrigens auch schon *Obermeyer*) dem Anrignacien zu. Hingegen ist bis jetzt im Orient kein Gegenstand gefunden worden, der dem Solutréen entspräche. Auch das Magdalénien ist nicht mit Sicherheit nachgewiesen. — Das Neolithikum ist besonders in Palästina in den Sanden von Beyruth und Nahr Djoz, aber auch andernorts reich vertreten, ebenso das Spätneolithikum, aus dem eine Menge Tongefäße in allen Formen und Größen, und Instrumente aus Silex, Basalt, Obsidian, rotem Jaspis und Kieselquarz bekannt sind. — Die Arbeit ist durch anschauliche Beispiele von Steinwerkzeugen illustriert, so daß unsere Kenntnis vom prähistorischen Orient bedeutend erweitert wird. *St. O.*

Über eine ganz eigenartige, in mehrfacher Hinsicht interessante Hirschstangen-Abnormität hat kürzlich *K. Toldt* jun. eine eingehende vergleichend-morphologische Studie veröffentlicht (*Zool. Jahrb.*, Abt. f. allgem. Zool. u. Physiol. d. Tiere, Bd. 36, S. 245—316.

1917). Es handelt sich um eine in einem Bachbett im Ungtale (Karpathen) aufgefundene, 84,5 cm lange Abwurfstange eines Edelhirsches, die sich gegenwärtig im Besitze Sr. Exzellenz *Hans Graf Wilczek* (Wien) befindet. Offenbar infolge einer, wahrscheinlich durch einen (natürlichen oder künstlichen) mechanischen Anlaß hervorgerufene Basthautentzündung, die auch an einer Stelle zur Sequestration der Geweihssubstanz führte (Totenlade), erhielt die Stange eine Form, die einigermaßen an die des Hornes eines Steinbockes oder einer Wildziege erinnert. Sie ist bogenförmig nach hinten medial gekrümmt, nach vorn stark kantig ausgezogen, also im Querschnitt schlank birnförmig, und statt deutlicher Sprossen befinden sich entlang dieser im unteren Teile nach außen gedrehten Kante zahlreiche höckerförmige Sprossenrudimente (im apikalen Teile liegen einzelne auch an der normal-quergerundeten Hinterseite der Stange). In Begleitung solcher Höcker treten an den Breitseiten der Stange vielfach seitliche Verstärkungen in Form von schrägen Wulst- und Pfeilerbildungen auf, die für das Verständnis von der Entstehung akzessorischer Sprossen im allgemeinen, sowie bezüglich der Eigenart der Eissprosse von Interesse sind. Sehr merkwürdig ist der quer über die Breitseiten zur Kante gerichtete Verlauf der von den Hauptgefäßfurchen der Stangenhinterseite abzweigenden, zahlreichen, eng beisammenliegenden Eindrücke von Nebengefäßen; dadurch erscheinen die Breitseiten quengerillt. Die angedeuteten Eigentümlichkeiten dieser Stange bedingen sich zum Teil gegenseitig. — In dieser Arbeit wurde auch die braune Oberflächenfärbung der Geweihe erörtert, und das Ergebnis einer mikrochemischen Untersuchung derselben vom bekannten Pflanzenphysiologen Hofrat Prof. *H. Molisch* mitgeteilt. Demzufolge wird diese Färbung der Hauptsache nach weder durch chemische Einwirkung der Gerbsäuren beim Fegen an frischem Gehölz, noch durch eine vorwiegend aus getrocknetem Blut der Basthautgefäße bestehende Kruste hervorgebracht, sondern durch eine beim Fegen angelegte Kruste, welche hauptsächlich aus pflanzlichen Rindenzellen besteht. Diese sind mit einem braunen Inhalt erfüllt, der sich teilweise aus Gerbstoffphlobaphenen (Rindenfarbstoffen) zusammensetzt. *Autoreferat.*

Berichtigung.

In dem Aufsätze: Speisefette und Speiseöle von Dr. *H. Kutteneuler* (Elberfeld) soll es in Heft 10, S. 113, Spalte 1 heißen: Es wurden gefunden:

in 100 g	Cholesterin	
	gesamt mg	in Esterform mg
Schweineschmalz, amerikan.	122	—
deutsches	74,5	1,0
Butter.	71	—
Rindstalg	75	3
Hammeltalg	28	—
Gänsefett	41	2
Oleomargarin	108	10
Lebertran	516	244
Menschenfett	175	17
Eieröl (aus Eigelb).	3,0 bis 4,44 g!	—



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 14.

5. April 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Chr. Christiansen. Von Prof. Martin Knudsen, Kopenhagen. S. 157.
 Beobachtungen über Meerleuchten. Von Dr. B. Brandt, Belgig i. Mark. S. 161.
 Teich- und Flußplankton. Von Dr. Bruno Schröder, Breslau. (Fortsetzung.) S. 162.
 Zuschriften an die Herausgeber:
 Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten. Von Werner Magnus, Berlin. S. 165.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die Drehwage und ihre Bedeutung für die Auffindung von Bodenschätzen. Karten von Mittelafraka im Maßstabe von 1:2000000. Die Gurkhas. S. 165.
 Astronomische Mitteilungen:
 In Auflösung begriffener Komet. Spektrum des Kometen Wolf. Erklärung der Sonnenflecken. Auffindung des 9. Jupitermondes. S. 168.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Gewollte und ungewollte Schwankungen der weiblichen Fruchtbarkeit. Bedeutung des Kohabitations-termines für die Häufigkeit der Knabengeburten.

Versuch einer Theorie der willkürlichen Geschlechtsbestimmung

Von

Dr. P. W. Siegel

Privatdozent und Assistent der Universitätsfrauenklinik zu Freiburg i. Br.

Mit 33 Kurven — Preis M. 6.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Dem naturwissenschaftlichen Forscher unentbehrlich
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



Das Gesamtgebiet der Naturw. umfassend!
10 Bände mit über 12000 Seiten Textu. 8863 Abb.
Preis 260 Mk. gebunden (200 Mk. ungebunden).
Zur Erleichterung der Anschaffung werden
bequeme Monats- oder Quartalsraten eingeräumt. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang.
Prospekt kostenfrei.

Hermann Meusser Buchhandlung

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

PH-Tabellen

enthaltend ausgerechnet die Wasserstoffexponentwerke, die sich aus gemessenen Millivoltzahlen bei bestimmten Temperaturen ergeben. Gültig für die gesättigte Kalomel-Elektrode

Von Dr. Arvo Ylppö

Preis gebunden M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben
mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Bitte Preisliste
verlangen

Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10 ccm Wasser
eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und
Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G. m. b. H. CÖLN a. Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

5. April 1918.

Heft 14.

Chr. Christiansen.

Von Prof. Martin Knudsen, Kopenhagen.

Am 28. November 1917 entschlief in Kopenhagen Professor Chr. Christiansen in einem Alter von 74 Jahren. Christiansen war ein auch unter deutschen Gelehrten wohlbekannter Physiker, so daß es natürlich fällt, seiner auch in einer deutschen naturwissenschaftlichen Zeitschrift durch einen Nachruf zu gedenken.

Christiansen war aus Jütland gebürtig, erwarb 1866 den Magistergrad in der Physik und war seitdem in diesem Fache an der Universität und der Polytechnischen Lehranstalt zu Kopenhagen erst als Assistent, sodann als Dozent und von 1884 bis 1912 als Professor tätig. Nachdem er in den Ruhestand getreten war, setzte er noch immer seine experimental-physikalischen Arbeiten fort, bis ihn der Tod durch eine Hirnblutung dahintraffte.

Das Lehrbuch „Elemente der theoretischen Physik“ von C. Christiansen und Joh. Müller (3. Auflage 1910) sowie die meisten wissenschaftlichen Arbeiten von Christiansen überhaupt werden den deutschen Physikern bekannt sein, da die Mehrzahl davon in den Annalen der Physik erschienen sind.

Die anomale Dispersion.

Die erste Arbeit von Christiansen, derer wir hier gedenken wollen, ist enthalten in einer kleinen Notiz in den Annalen der Physik Bd. 141, S. 479, 1870: „Über die Brechungsverhältnisse einer weingeistigen Lösung des Fuchsin“. Christiansen benutzte ein sehr spitzes Hohlprisma, das eine 18,8-prozentige weingeistige Lösung des Fuchsin enthielt, und erhielt dabei folgende Brechungsverhältnisse für die Fraunhoferschen Linien B bis H:

B	C	D	F	G	H
$n = 1,450$	1,502	1,561	1,312	1,285	1,312

Das Brechungsverhältnis nimmt zu von B bis D und ein wenig darüber, sinkt dann aber schnell bis G und wächst von da an wieder. Am einfachsten und schönsten zeigen sich die Konsequenzen davon, wenn man die Hypotenusenfläche eines rechtwinkligen Prismas mit der Auflösung befeuchtet und das reflektierte Licht betrachtet. Man hat dann statt der Farben bei der Grenze der totalen Reflexion farbiges Licht, Rosenrot, Violett, Blau, Grün, unter allen Inzidenzen. — Durch diese Beobachtung wurde die *anomale Dispersion* zum ersten Mal nachgewiesen, und dadurch wurden die von Kundt und nach ihm von vielen anderen Forschern über diese Erscheinung veröffentlichten Untersuchungen angeregt.

Wie einfach die Untersuchung von Christiansen auch beim ersten Anblick erscheinen mag, sind doch erhebliche Schwierigkeiten damit verbunden.

Gleichzeitig damit, daß die Fuchsinlösung grünes Licht anomal bricht, absorbiert sie nämlich außerordentlich kräftig, und diese Absorption verbreitet sich bei konzentrierten Lösungen auf das ganze Spektrum. Benutzt man ein gewöhnliches, gleichseitiges Hohlprisma, wird nur hart an dem brechenden Rande des Prismas Licht hindurchdringen, und wegen des schmalen Lichtbündels werden störende Beugungserscheinungen entstehen. Sucht man die Durchsichtigkeit durch eine Verdünnung der Lösungen zu steigern, wird die anomale Dispersion des gelösten Stoffes durch die normale Dispersion des Lösungsmittels aufgehoben. Um diese Mißstände zu vermeiden, benutzte Christiansen Prismen mit Winkeln von $\frac{1}{2}$ bis 3 Graden; dadurch wird aber die Ablenkung klein, so daß sie sehr sorgfältig gemessen werden muß, um genaue Resultate zu ergeben.

In späteren Aufsätzen in den Annalen der Physik Bd. 143, S. 250, 1871, Bd. 146, S. 154, 1872 und Bd. 19, S. 257, 1883 berichtet Christiansen über weitere Versuche und gibt verbesserte Methoden an.

Die Wasserstrahlpumpe.

Es scheint nicht allgemein bekannt zu sein, welchen Anteil Christiansen an der Entwicklung der Wasserstrahlpumpe gehabt hat. Zu Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde Bunsens Wasserluftpumpe angewandt, die auf demselben Prinzip fußt wie die Sprengelsche Quecksilber-Luftpumpe, nämlich auf der Schaffung eines Torricellischen Vakuums. Bunsens Pumpe erfordert also ein enges Fallrohr von mehr als 10 m Höhe, was in vielen Fällen unbequem ist. Christiansen sah ein, daß man durch die lebendige Kraft in einem Wasserstrahl ein Saugen müsse hervorrufen können, und in den Annalen der Physik Bd. 146, S. 155, 1872, beschrieb er eine derartige, aus einem dickwandigen Kautschukschlauch oder aus Glas hergestellte Pumpe. In der von Christiansen beschriebenen Pumpe geht der Wasserstrahl röhrenförmig um die Röhrenspitze herum, durch welche die Luft gesaugt wird. Heute läßt man, wie bekannt, gewöhnlich die Luft mit der äußeren Seite eines massiven Wasserstrahls in Berührung kommen, der die Luft mit sich reißt. Letztere Gestalt der Pumpe hat vor der von Christiansen konstruierten den Vorteil, daß sie weniger Wasser braucht, das Prinzip ist aber natürlich dasselbe wie das von Christiansen angegebene: Arzberger und Julkowskys

Pumpe trat 3 Jahre nach der von *Christiansen* auf den Plan.

Kristalluntersuchungen.

Im Jahre 1872 vollführte *Christiansen* in Gemeinschaft mit dem Chemiker und Mineralogen *Haldor Topsee* eine sehr große systematische Arbeit: „Krystallografisk-optiske Undersøgelser“. Diese Arbeit wurde in den Schriften der königlich dänischen Akademie der Wissenschaften (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 5. Raekke, naturvidenskabelig og matematisk Afdeling, 9. Bd., S. 623, 1873) veröffentlicht. Die Untersuchung fand statt an 11 regulären, 36 einachsigen, 15 rhombischen und 18 monoklinischen Stoffen, und es wurden die Brechungsverhältnisse, der optische Charakter der Kristalle sowie bei zweiachsigen Stoffen die Größe und die Lage der Elastizitätsachsen im Verhältnis zu den Kristallachsen bestimmt. Alle diese Untersuchungen betreffen sämtlich isomorphe Stoffe. Ein einfaches Verhältnis zwischen den kristallographischen und den optischen Konstanten wurde nicht festgestellt, und für künftige Untersuchungen dieser Art wird die Anweisung aufgestellt, daß man sowohl die kristallographischen als die optischen Konstanten an demselben Kristallindividuum messen muß, da diese Eigenschaften von Individuum zu Individuum etwas schwanken.

Die Wärmeleitungssäule.

Nicht nur die Methoden, nach denen die Wärmeleitung bestimmt wurde, waren damals sehr verschieden, sondern auch die gefundenen Resultate. Die Abhandlung von *Christiansen* in den Annalen der Physik Bd. 14, S. 23, 1881, in der die bekannte Wärmeleitungssäule beschrieben wird, bedeutet daher einen erheblichen Fortschritt.

Christiansen bestimmte selbst die Abhängigkeit des Wärmeleitungsvermögens der Luft von der Temperatur und die Wärmeleitung einiger festen und flüssigen Körper.

Absolut schwarze Körper.

In den Annalen der Physik Bd. 21, S. 364, 1884, veröffentlichte *Christiansen* eine Abhandlung über die Emission der Wärme von unebenen Oberflächen. Es war damals unentschieden, weshalb das Emissionsvermögen der Metalle durch Ritzen der Oberfläche wesentlich erhöht wird. *Christiansen* bemerkt, daß die wiederholte Reflexion nicht genügend beachtet wird, und berichtet über einige Versuche, die den Einfluß der Reflexion veranschaulichen. Dazu benutzt er eine Art von Leslieschem Würfel mit blanken, versilberten Flächen. Die eine Fläche war eben, zwei andere Flächen waren so gestaltet, daß ein wiederholtes Zurückwerfen in berechenbarer Weise stattfinden konnte; die vierte Fläche war mit 121 konischen Vertiefungen versehen, die genau $\frac{1}{4}$ des Flächeninhaltes ausmachen. *Christiansens* Versuche zeigen, was jetzt allgemein bekannt ist, daß die wiederholte Reflexion eine sehr große Rolle spielt, und was die Vertiefungen betrifft, macht

Christiansen in seiner Abhandlung folgende Bemerkung: „Das Emissionsvermögen der Vertiefungen ist somit mehr als 30-mal größer als das einer ebenen Fläche, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß die Vertiefungen matt versilbert waren. Sie wirken somit wie schwarze Flecken. Wie ersichtlich, haben wir hier den ersten Versuch, dasjenige zu verwirklichen, was wir heute als absolut schwarzen Körper bezeichnen. In einer früheren Abhandlung in den Annalen der Physik Bd. 19, S. 269, 1883, war über die absolute Bestimmung des Emissions- und Absorptionsvermögens für Wärme berichtet worden. Als Resultat der Versuche wird angeführt: „So wird das Emissionsvermögen einer absolut schwarzen Fläche gleich $1,21 \cdot 10^{-12}$ “. Spätere Versuche von *Kurlbaum* (1898) haben für diese Stefansche Konstante bekanntlich $1,28 \cdot 10^{-12}$ ergeben.

Monochrome Farbenfilter.

Christiansen wollte den Satz: „Alle weißen Körper sind durchsichtig“ experimentell untersuchen, indem er die weißen Pulver mit einer Flüssigkeit des gleichen Brechungsverhältnisses mischte. Benutzt man z. B. Glaspulver aus optisch-homogenem Glas und eine Flüssigkeit aus Schwefelkohlenstoff und Benzol, kann man die Mengenverhältnisse der beiden letzten Komponenten leicht so variieren, daß die Mischung nur für eine gewisse Farbe durchsichtig wird. Dies kommt natürlich daher, daß die Dispersion des Glases und die der Flüssigkeit verschieden sind, so daß die Brechungsverhältnisse nur für eine einzige Wellenlänge dieselben sein können. Die übrigen Farben werden diffus reflektiert und zerstreut, und das Präparat, das in einem planparallelen Gefäß oder auch in einem gewöhnlichen Probeglas hergestellt werden kann, weist sehr schöne Farben auf. Nur muß darauf geachtet werden, daß das Glaspulver rein und nicht zu fein verteilt ist. Gut ist es, das Pulver durch einen etwa $\frac{1}{4}$ -mm-Sieb gehen zu lassen, in Wasser zu gießen und dann dasjenige davon, das nicht schnell zu Boden sinkt, wegzuerwerfen. Für die Projektion eignet sich der Versuch ausgezeichnet, und es kann dann leicht auch demonstriert werden, wie die gerade durchgehende Farbe sich auch mit der Temperatur ändert. Lord *Rayleigh* teilt mit, daß es möglich sein soll, in dieser Weise ein 15 mm dickes Farbenfilter herzustellen, das nur einen Teil des Spektrums hindurchläßt, $2\frac{1}{2}$ -mal so breit wie die Distanz zwischen den beiden gelben Natriumlinien.

Die diesbezüglichen Versuche von *Christiansen* sind beschrieben in den Annalen der Physik Bd. 23, S. 298, 1884 und Bd. 24, S. 439, 1885 (Berichtigung Bd. 24, S. 680, 1885).

Die atmolytische Strömung.

Die Annalen der Physik Bd. 41, S. 565, 1890 brachten die Abhandlung von *Christiansen* über „Die atmolytische Strömung der Gase“. Zu der Zeit waren die Vorgänge bei der inneren Reibung

der Gase vielfach untersucht und sehr gut aufgeklärt; über die Diffusion der Gase durch poröse Körper herrschten aber recht unklare Vorstellungen.

Dazu trugen namentlich die Komplikationen bei, die das Absorptionsvermögen des Stoffes in gewissen Fällen hervorbringen kann. Um das damalige Wissen auf diesem Gebiete zu veranschaulichen, zitiert *Christiansen* folgende Bemerkung von *G. Hüfner*: „Der Grahamsche Satz, daß die Diffusionsgeschwindigkeiten der verschiedenen Gase sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus deren spezifischen Gewichten verhalten, dürfte zwar nach dem oben bereits Angeführten kaum noch ernsthafte Verteidiger finden.“

Christiansen stellte sich die Aufgabe, zu untersuchen, ob man nicht durch Anstellung von Strömungsversuchen durch sehr enge Kanäle einen kontinuierlichen Übergang zwischen Reibungsströmung und Diffusionsströmung erzielen könnte.

Christiansens Versuche gehen somit ungefähr in ähnlicher Richtung wie die etwa 15 Jahre älteren Versuche von *Kundt* und *Warburg* über Reibung und Wärmeleitung. *Kundt* und *Warburg* hatten die Gleitungs- und Temperatursprüngeerscheinungen nachgewiesen und mittels der kinetischen Theorie der Gase die korrekte Erklärung dieser Erscheinungen geliefert. *Christiansen* wollte nun versuchen, so enge Strömungskanäle herzustellen, daß die Strömung nach Grahams Diffusionsgesetzen von statten geht, und zwar so, daß eine Luftmischung beim Durchströmen teilweise geschieden wird. Er erzielte dies, indem er die Strömung zwischen zwei ebenen Glasflächen stattfinden ließ. Zuerst wurden zwei planparallele Glasflächen benutzt, die so hart gegeneinander gepreßt wurden, daß die Interferenzfiguren in den Luftzwischenräumen verschwanden. Um die Dicke der Luftschicht zu messen, ließ *Christiansen* demnächst die Strömung zwischen den Hypotenusenflächen von zwei rechtwinkligen Glasprismen stattfinden. Läßt man eine Natriumflamme sich in der Hypotenusenfläche spiegeln, sieht man beim Grenzwinkel der vollständigen Zurückwerfung eine Reihe von Interferenzstreifen, und indem *Christiansen* nun die Entfernung zwischen ihnen maß, bestimmte er die Dicke der Luftschicht. Wird die Dicke geringer, so wächst die Entfernung zwischen den Streifen, und diese wandern von dem Grenzwinkel weg und verschwinden zuletzt ganz. So kleine Entfernungen bestimmte *Christiansen*, indem er das Verhältnis zwischen der von der Luftschicht zurückgeworfenen Lichtmenge und der hindurchgehenden maß. Fresnels Formeln ergeben die Funktionsabhängigkeit zwischen diesem Verhältnis und der Dicke der Luftschicht.

Von *Christiansens* Versuchen sollen hier nur einige Verhältnisse $\frac{H_2}{O_2}$ zwischen der Durchströmungsgeschwindigkeit des Wasserstoffes und des Sauerstoffes bei verschiedenen Dicken a der

Luftschicht angeführt werden. a ist in Natriumwellenlängen angegeben.

a	∞	15,9	8,3	4,3	0,42	0,25	0,18	0,12
H_2		2,28	2,38	2,35	2,53	3,60	3,97	3,91
O_2								

Es geht also aus den Versuchen hervor, daß man schon eine Abweichung von den Gesetzen der Reibungsströmung bemerken kann, wenn die Breite des Kanals, durch den die Strömung stattfindet, 16 Wellenlängen für Natriumlicht oder ungefähr 0,1 mm beträgt. Ist die Breite $\frac{1}{4}$ Wellenlänge, so ist die Strömung mit der Diffusion durch Graphit oder Hydrophan zu vergleichen. Der kontinuierliche Übergang zwischen Reibungsströmung mit Gleitung und atmolytischer Strömung tritt deutlich hervor, und das Verhältnis $\frac{H_2}{O_2}$ zeigt sich bei kleinen Schichtdicken konstant und ungefähr gleich 4, was zu erwarten war.

Aus *Christiansens* Versuchen geht auch hervor, daß die durchströmende Gasmenge als mit a^2 proportional herauskommt. Dies wird jedoch nicht von *Christiansen* selbst angegeben, indem er erwartet hatte, daß diese Menge mit der ersten Potenz von a proportional sein müsse. Auch die atmolytische Trennung gemischter Gase wurde mit der Versuchsanordnung demonstriert.

Christiansens Elektrometer.

Aus dem Jahre 1893 stammt die Abhandlung „Über ein neues Elektrometer“ (*Annalen der Physik* Bd. 48, S. 26, 1893). Diesen Apparat hatte *Christiansen* speziell zur Messung von Kontaktpotentialen konstruiert, die er damals zu studieren begonnen hatte. Aus zwei kleinen Metallblechen wurde ein Kondensator hergestellt und zwischen den beiden Platten eines größeren Luftkondensators drehbar aufgehängt. In der Ruhelage sind die beiden Kondensatoren senkrecht aufeinander. Werden beide geladen, so dreht sich der innere, und das Drehmoment ist in einfacher Weise von dem Spannungsunterschied der großen Kondensatorplatten abhängig. Jedoch scheint dieser Apparat, der sich durch große Einfachheit auszeichnet, recht unbekannt geblieben zu sein.

In dem nämlichen Band der *Annalen* S. 374 hat *Christiansen* übrigens einen für das physikalische Praktikum bestimmten Apparat beschrieben, der zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents dienen soll und in dem Übungslaboratorium vielfach benutzt worden ist.

Kontaktelektrische Untersuchungen.

Mit Untersuchungen über den Ursprung der Reibungselektrizität und der Berührungselektrizität sowie mit den verwandten Untersuchungen über die Balloelektrizität beschäftigte *Christiansen* sich ganz bis zu seinem Tode, so daß diese Arbeit sich über etwa 25 Jahre erstreckte. Die Resultate der Arbeiten über Berührungselektrizität sind veröffentlicht in einer Reihe von Abhandlungen in den *Annalen der Physik*; nämlich: Bd. 53, S. 401, 1894; 56, 644, 1895; 57, 682,

1896; 62, 545, 1897; 69, 661, 1899; 5, 436, 1901; 8, 787, 1902; 12, 1072, 1903; 16, 382, 1905.

In der ersten von diesen Abhandlungen (Bd. 53), „Experimentelle Untersuchungen über den Ursprung der Reibungselektrizität“, wird eine Reihe von Versuchen über die Elektrizität dargestellt, welche entsteht, wenn Quecksilber oder Amalgam, die mit verschiedenen Stoffen in Berührung sind, von diesen getrennt werden. *Christiansen* fand, daß die Metalle oder ihre Amalgame andere Stoffe positiv elektrisch machen, wenn die Trennung in einem Gase stattfindet, das keinen Sauerstoff enthält. Überhaupt spielt der Sauerstoff eine sehr wesentliche Rolle bei der Elektrizitätserzeugung auf diesem Wege, und derselbe kann die Verhältnisse im höchsten Grade verwickeln; etwas Ähnliches gilt vermutlich auch von anderen aktiven Gasen. Der zweite Aufsatz (Bd. 56) bringt eine nähere Erörterung einer Reihe von Bestimmungen der Potentialunterschiede verschiedener Metalle in verschiedenen Gasen, und es wird dargetan, daß das Vorhandensein von Sauerstoff eine notwendige Bedingung für die Erzeugung eines Kontaktpotentials zwischen reinem Quecksilber und verschiedenen Amalgamen ist.

Christiansen untersucht (Bd. 62) die Oxydationsgeschwindigkeit von Amalgamen, die er als feine Strahlen aus einem engen Rohr austreten läßt, indem er die Größe der unter verschiedenen Verhältnissen gebundenen Sauerstoffmenge direkt mißt. Es zeigt sich, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Gases dabei eine bedeutende Rolle spielt, ebenso wie er auch die Potentialdifferenz zwischen dem Strahl und seiner Umgebung beeinflusst. Dies wird näher ausgeführt in der folgenden Abhandlung (Bd. 69), und in den Abhandlungen von Bd. 5, 12 und 16 behandelt *Christiansen* verwandte Untersuchungen über die Oberflächenspannungen und in Bd. 8 die Polarisierung einer Quecksilberoberfläche in einem Elektrolyten.

Balloelektrische Untersuchungen.

Durch die im Vorhergehenden besprochenen Untersuchungen über die Kontaktelektrizität war es *Christiansen*, klar geworden, daß die Gesetze der Elektrizitätserzeugung in vielen Fällen äußerst verwickelt sein können. Die Oberflächenbeschaffenheit der Stoffe und die umgebende Atmosphäre spielen eine wesentliche Rolle, und verschwindend kleine Abänderungen, die man bei den Versuchen schwer beherrschen kann, sind oft imstande, den Charakter der Elektrizitätserzeugung ganz zu verändern. Um sich womöglich einfachere und leichter übersehbare Arbeitsverhältnisse zu verschaffen, nahm *Christiansen* die Untersuchung der Elektrizitätserzeugung in Angriff, die sich ergibt, wenn eine durch einen Luftstrom verstäubte Flüssigkeit gegen die Oberfläche einer gleichartigen Flüssigkeit stößt. Die in der Weise erzeugte Elektrizität nennt *Christiansen* Balloelektrizität, *Lénard* nennt sie Wasserfallelektrizität.

Die Resultate von *Christiansens* Versuchen über die Balloelektrizität sind in folgenden Abhandlungen der Annalen der Physik veröffentlicht: Bd. 40, S. 107, 1913; 40, 233, 1913; 51, 530, 1916.

Es wurden eine große Menge verschiedener Flüssigkeiten und Flüssigkeitsmischungen untersucht und die gefundenen Gesetzmäßigkeiten klargelegt. Wir wollen hier nur ein einzelnes Beispiel anführen. Wird eine wässrige Elektrolytenlösung mit einer geringen Menge Alkohol gemischt, erhält man eine sehr große Menge Balloelektrizität, obschon die beiden Flüssigkeiten jede für sich nur geringe Balloelektrizität ergeben. Die Abhängigkeit der Balloelektrizität von dem Mischungsverhältnis ist von großem Interesse und ist von *Christiansens* Tochter, Dr. med. *Johanne Christiansen*, eingehender studiert worden; sie hat gefunden, daß Konzentrationen mit gewissen bestimmten molekularen Verhältnissen zwischen den Komponenten (z. B. Alkohol und Wasser) in balloelektrischer Beziehung neutral sind (Zeitschr. für physikalische Chemie Bd. 40, 1915 und Bd. 42, 1917).

Von *Christiansens* drei letzten Arbeiten über dieses Thema ist die eine (Über die Balloelektrizität isomerer Stoffe) noch nicht ins Deutsche übertragen; eine andere Arbeit hat er ausgeführt in Gemeinschaft mit *Johanne Christiansen*; diese Arbeit betrifft die Balloelektrizität amphoterer Stoffe und wird bald veröffentlicht werden. Die letzte Arbeit wird eine Beschreibung eines Kondensator-Ballogometers bringen, durch den eine leichte und schnelle Bestimmung von positiver und negativer Balloelektrizität, sowie der Geschwindigkeit der Ionen ermöglicht wird; ferner eine erste Versuchsreihe mit diesem Apparat, mit dem *Christiansen* bis wenig Tage vor seinem Tode arbeitete. Diese Arbeit, die genau nach seinem Plan ausgeführt werden wird, wird wahrscheinlich von sehr großer Bedeutung für die Chemie sein, da hierdurch ein außerordentlich großes und unerforschtes Arbeitsgebiet eröffnet wird. Der methodische Teil des Problems hat nämlich im Kondensator-Ballogometer eine so schöne Lösung gefunden, daß ein jeder Chemiker ohne besondere physikalische Ausbildung die Methode zur Erforschung der molekularen Verhältnisse in Lösungen benutzen kann.

Es liegt nahe, die balloelektrischen Eigenschaften mit anderen Eigenschaften der Lösungen zu koordinieren, was *Johanne Christiansen* zu einer Paralleluntersuchung des Verlaufes der balloelektrischen Kurven und des Desinfektionsvermögens der Alkohole veranlaßte. Ein Ergebnis dieser Untersuchung ist, daß der normale Propylalkohol ein in mehreren Beziehungen bisher unübertroffenes, bislang unbekannt gebliebenes Desinfektionsmittel ist.

Christiansens letzte Arbeiten offenbaren also in gleicher Weise wie die früheren seine eigentümliche intuitive Gabe, Probleme von großer

Tragweite ergreifen und zäh an ihnen festhalten zu können, bis so viel Klarheit und Ordnung darin zuwege gebracht worden ist, daß die Bahn anderen offen liegt.

Christiansen war ein geschätzter persönlicher Bekannter von vielen auswärtigen Physikern, und es gibt kaum einen unter ihnen, der wissenschaftliches Interesse gehabt hätte und bei einem Besuch in Kopenhagen an seiner Tür vorbeigegangen wäre. Mit *Christiansen* haben die dänischen Physiker ihren Nestor und ihre hervorragendste Persönlichkeit verloren.

Beobachtungen über Meerleuchten.

Von Dr. B. Brandt, Belgig i. Mark.

Das Meerleuchten findet bei den Seeleuten, die eigentlich die berufensten Beobachter wären, wenig Beachtung, da es für die Navigation so gut wie belanglos ist. Unter den Naturforschern aber hat, wenn man von den immerhin seltenen Tiefsee-Expeditionen und ozeanographischen Forschungsreisen absieht, nur ein verhältnismäßig geringer Teil Gelegenheit, länger dauernde Beobachtungen anzustellen. Infolgedessen sind die Fragen, die sich an die Erscheinung des Meerleuchtens knüpfen, noch bei weitem nicht erschöpft und es erscheint nicht überflüssig, über Beobachtungen zu berichten, die ich als Schiffsarzt systematisch gesammelt habe. Sie verteilen sich auf 7 Dampferreisen durch den südlichen Atlantischen Ozean, auf zwei Fahrten an der pazifischen Küste Südamerikas und eine längs der afrikanischen Küste des Indischen Ozeans, insgesamt auf 243 über verschiedene Jahreszeiten verstreute Seefahrtstage.

Im Indischen Ozean erschien kein Meerleuchten, im Stillen Ozean kamen 2, im Atlantischen 14 zur Beobachtung. Zu dieser verhältnismäßig

geringen Zahl ist zu bemerken, daß es sich hier nur um spontane, natürlich bedingte Meerleuchten außerhalb des Schiffsbereiches handelt, nicht aber um die Leuchterscheinungen, die durch die Bewegung des Schiffes, und durch den Abfluß seines erhitzten Kühlwassers, kurz durch künstliche Einwirkungen hervorgerufen werden und die namentlich in den Tropen sehr gewöhnlich sind. Das Leuchten trat unter drei Formen auf: flächenhaft, diffus über Streifen des Meeresspiegels ausgebreitet, hervorgerufen durch massenhafte kleinste leuchtende Organismen, hauptsächlich Infusorien; zweitens punkt- oder fleckförmig, durch größere Tiere, meist Medusen verursacht, drittens endlich als ein Gemisch beider Formen. Reines Infusorienleuchten und gemischtes Leuchten waren die gewöhnlichen Formen, reines oder doch überwiegendes Medusenleuchten wurde zweimal örtlich und zeitlich benachbart beobachtet. Beim Infusorienleuchten erglänzten meist nur die Stellen stärker bewegten Wassers, die Kämme der Seen, die Wellen zu beiden Seiten des Bugs, das Kielwasser und das zerstäubte Wasser der Brandung. Nur in einem noch näher zu besprechenden Falle leuchtete die ganze Meeresfläche. Die Stärke des Meerleuchtens ist nur subjektiv und daher schwer abzustufen und geht über eine grobe Schätzung nicht hinaus. Nur für sehr starkes Leuchten bei bedecktem Himmel hat man ein gewisses objektives Maß, wenn man sich der zur Bestimmung der Sehschärfe gebräuchlichen Buchstaben- und Zahlentafeln bedient und jedesmal den Abstand mißt, in dem man Buchstaben derselben Größe gerade noch zu erkennen vermag. Ich habe unterschieden: schwaches Leuchten, ein sanftes, doch deutlich wahrnehmbares Phosphoreszieren, kräftiges Leuchten und starkes Leuchten, welches vorliegt, wenn das Phänomen sich zu

Datum	Breite	Länge	G e g e n d	Stärke des Leuchtens	Seegang	Wasser- temperat.	Luft- temperat.	Luft- druck	Bewölk. Wetter
24. 7. 11	—	—	Englischer Kanal	schwach	2	16,8 ⁰	17,7 ⁰	763,9	10 Tau
30. 7. 11	35° 16' N	12° 50' W	w. marokkanischer Küste	"	1	21,5 ⁰	21,0 ⁰	769,8	2
3. 8. 11	20° 20' N	17° 57' W	" " "	"	3	24,2 ⁰	23,8 ⁰	763,8	2
20. 8. 11	—	—	südlich Kapstadt	stark	4	12,5 ⁰	12,8 ⁰	763,9	5
31. 12. 11	17° 7' N	32° 56' W	Madeira— Amazonasmündung	kräftig	1—2	24,0 ⁰	23,0 ⁰	767,1	0
26. 1. 12	13° 3' N	36° 35' W	Amazonasmündung— Madeira	sehr stark	4	23,5 ⁰	22,5 ⁰	766,4	8
31. 8. 12	2° 56' N	28° 50' W	Teneriffa—La-Plata- Mündung	—	3—4	26,2 ⁰	25,4 ⁰	757,9	9—4
10. 9. 12	35° 1' S	55° 41' W	östl. La-Plata-Mündung	—	2	9,2 ⁰	9,0 ⁰	766,5	Regen
11. 9. 12	37° 48' S	56° 58' W	La-Plata-Mündung— Magellanstraße	—	1—2	7,7 ⁰	9,5 ⁰	766,5	8—10
18. 9. 12	44° 55' S	75° 51' W	Südchilenische Küste	stark	4	7,8 ⁰	6,9 ⁰	761,8	Regen
8. 11. 12	46° 52' S	76° 2' W	" "	"	3	10,0 ⁰	11,3 ⁰	763,5	10
19. 11. 12	28° 44' S	47° 13' W	Südbrasilische Küste	"	3	21,5 ⁰	23,0 ⁰	750,5	10 Regen
16. 12. 13	16° 51' N	25° 6' W	Kapverden	schwach	3	23,6 ⁰	23,1 ⁰	765,8	5
19. 12. 13	2° 25' N	29° 44' W	nördlich St. Pauls Fels	—	4	26,6 ⁰	26,4 ⁰	763,2	6—5
25. 1. 14	3° 45' N	29° 55' W	" " " "	—	4—5	25,4 ⁰	25,7 ⁰	764,0	8

einer magischen, bewunderungswürdigen Naturerscheinung steigert. Die starken Leuchten beschränkten sich auf die Tropen und auf mittlere Südbreiten. Bei glatter See (*Seegang* 0) wurde Meerleuchten niemals beobachtet, bei sehr ruhiger See (1) und bei ruhiger See (2) trat nur zweimal schwaches Leuchten auf, grobe See (5) und die höheren Grade des Seeganges ließen die Erscheinung stets vermissen. Leichtbewegte See (3) und mäßig bewegte See (4) mit weißen Kämmen schienen dem Leuchten besonders günstig zu sein; die starken Leuchten waren meist mit Seegang 4 verbunden. Die schönsten, stärksten und längsten Leuchten fanden im warmen Tropenwasser (mehr als 20°) statt, hierauf folgte das winterkalte Wasser der peruanischen und der Benguelaströmung (7,7 bis 12,5°). Auch in dem kühlen Stromfaden an der südbrasilianischen Küste leuchtete das Meer stark. In den nördlichen gemäßigten Breiten war im Sommer (17 bis 20°) das Leuchten schwach, im Winter fehlte es. Ähnlich wie beim Seegange war hinsichtlich des *Temperaturunterschiedes zwischen Luft und Wasser* eine begünstigende Wirkung mittlerer Grade bemerkbar, indem geringe Unterschiede nur mit schwachem Leuchten, größere mit starkem einhergingen, während bei stärksten (mehr als 20°) das Leuchten fehlte. Doch nehmen die Tropen mit ihren meist geringen Unterschieden eine Sonderstellung ein. Der *Luftdruck* war in allen Fällen hoch (fast immer über 760), die *Bewölkung* betrug in den meisten Fällen mehr als die Hälfte des Himmels, das *Wetter* war insofern von Interesse, als viermal bei Niederschlägen das Meer leuchtete. Die *Dauer* der einzelnen Leuchten war ganz verschieden und schwankte zwischen wenigen Minuten und mehreren Stunden. Die *Häufigkeit* verhielt sich ungefähr folgendermaßen:

	Sommer	Winter
Nördliche gemäßigte Breiten	mäßig häufig	fehlend
Tropen	immer häufig	
Südliche gemäßigte Breiten .	?	häufig

Das am 26. Januar 1912 auf der Fahrt von der Amazonasmündung nach Madeira beobachtete Meerleuchten verdient wegen seiner außergewöhnlichen Stärke eine kurze Schilderung: Trotz fast vollständig bewölktem Himmel herrschte an Deck eine Helle wie bei Mondschein. Die Kämme der mäßig bewegten See gliederten das Meer in zahllose parallele hell weißleuchtende Streifen, die in der Ferne in ein schimmerndes Band zusammenflossen. Zwischen ihnen erschien die ungebrochene See in mattem milchigen Glanze, sei es, daß sie hier schwächer leuchtete, sei es, daß sie das Licht nur widerspiegelte. Das Schiff schien vom Mondlichte übergossenes Treibeis zu durchschneiden. Das Bugwasser aber glich wehenden grünlich leuchtenden Riesenfahnen, während die

endlose Straße des tief aufgewühlten Kielwassers wie ein grünlicher Schmelzfluß erglänzte, der das Auge im ersten Augenblick blendete. Über dem kaum erkennbaren Horizonte lag ein Lichtschimmer gleich dem über einer hellerleuchteten Stadt. Es wäre bei dieser Lichtfülle schwierig gewesen, einen Feuerturm oder die Lampen eines entgegenkommenden Schiffes auszumachen. Die Erscheinung hatte etwas Gespenstisches und erregte die Bewunderung der Seeleute, von denen keiner ein ähnlich starkes Leuchten bisher gesehen hatte. Das Meerleuchten begann kurz vor Mitternacht und klang erst mit dem zunehmenden Tage allmählich ab. Wasserproben ergaben Massen von *Noctiluca miliaris*, denen ähnliche, doch mehr zylindrisch gebaute Infusorien geringerer Anzahl beigemischt waren. Bei der Länge der im Meerleuchten durchsegelten Strecke muß die Individuenzahl der Organismen eine ganz ungeheure gewesen sein.

So gering auch die hier mitgeteilte Zahl der Meerleuchten ist, lassen die Daten doch einige regelmäßige, vielleicht gesetzmäßige Beziehungen erkennen. In physiologischer Hinsicht war bemerkenswert, daß leichter Seegang und hoher Luftdruck Voraussetzungen für den Eintritt des Meerleuchtens zu sein scheinen, daß einerseits hohe Wasserwärme und andererseits ein größerer, doch nicht zu hoher Temperaturunterschied zwischen Luft und Wasser die Erscheinung begünstigen. Da diese Faktoren nicht nur gelegentlich auftreten, sondern in bestimmten Regionen dauernd herrschen — hoher Luftdruck in den beiden atlantischen Antizyklonen, hohe Wassertemperatur in den Tropen, hohe Temperaturunterschiede im Bereiche der kalten Strömungen, so kann man vom geographischen Standpunkte aus *regionale* Leuchten von gelegentlichen unterscheiden, z. B. die häufigen tropischen Leuchten von den selteneren höherer nördlicher Breiten. Unter diesen wiederum lassen sich die periodisch gehäuften als *jahreszeitlich bedingte* von den vereinzelt, einer *vorübergehenden Wetterlage* folgenden aussondern. Zu jenen gehören die Sommerleuchten der europäischen Breiten, zu diesen die Leuchten innerhalb des im allgemeinen ungünstigen Kalmengürtels.

Teich- und Flußplankton.

Von Dr. Bruno Schröder, Breslau.

(Fortsetzung.)

Den Qualitätsverhältnissen des Heloplanktons mögen einige Erörterungen über die Quantitäten desselben in den verschiedenen Teichgewässern folgen. Zwar hat *Zacharias*¹⁾ für die Versuchsteiche in Trachenberg festgestellt, daß die Produktion an Pflanzen und Tieren der vierzehn dortigen Teiche an ein und demselben Tage (24. Juli 1896) keine gleichmäßige ist, sondern

¹⁾ Schröder, Br. und Zacharias, O., l. c. S. 11 und 12.

daß die Produktionsvolumina zwischen 3,8 bis 48 ccm pro Kubikmeter schwanken und für den einen Teich im Juni 64 ccm auf den Kubikmeter betragen. Diese Quantitäten Planktonorganismen bleiben weit hinter denen zurück, die Schorler aus dem Moritzburger Großteiche¹⁾ gemessen hat. Bei angenommener gleichmäßiger Verteilung würden nach seinen Angaben „im Kubikmeter 16—251 ccm Plankton enthalten sein“. Nach ihm trat die größte Planktonproduktion am 2. September 1898, die geringste am 4. Januar 1902 auf. Er berechnete pro 1 qm Wasserfläche in Kubikzentimetern für die einzelnen Monate des Jahres (mit Ausnahme des zwölften) folgende Quantitäten:

1. Januar ...	103	ccm pro Quadratmeter Wasserfläche
2. Februar ..	82	" " " "
3. März	102	" " " "
4. April	152,5	" " " "
5. Mai	182,6	" " " "
6. Juni	138,6	" " " "
7. Juli	163	" " " "
8. August ...	201	" " " "
9. September	404,7	" " " "
10. Oktober ..	304	" " " "
11. November	280	" " " "
12. Dezember —		" " " "

Der tiefste Punkt der Produktionskurve liegt also im Februar, ein Seitengipfel erhebt sich im Mai, um im Juni wieder zu fallen und vom Juli bis zum Septembermaximum steigt die Kurve, um dann bis zum Jahresende wieder herunterzugehen. Manchmal treten infolge von Klimaschwankungen Verschiebungen der Kurven-gipfel ein, insofern der Seitengipfel schon im April, der Hauptgipfel aber im Oktober erreicht wird. Der 9.—11. Monat im Jahre produziert also das meiste Plankton.

Sehr eingehend hat Schaedel l. c. die Quantitätsverhältnisse der einzelnen Gruppen der Pflanzen und Tiere von Heloplanktonen in 42 Kurvenabbildungen auf seinen Tafeln XIV—XXXVI dargestellt. Er fand für den Schloßgraben zu Münster in Westfalen je drei ausgesprochene Maxima: 1. Mai—Juni Entwicklung, bedingt durch die Wasserblüte von *Oscillatoria Agardhi*; 2. Sommer, Maxima durch *Ceratium hirundinella* und 3. Herbstentfaltung durch *Synura* und andere Chrysomonadinen. Im Winter fielen nach ihm noch eine schwache Wucherung von Kieselalgen im Dezember und eine ungleich reichere durch Chrysomonadinen im Februar, der ein Maximum von Kieselalgen im April folgte. Anders lagen die Jahreszeitenverhältnisse im Moritzburger Großteich, wo Schorler (l. c. S. 60 ff.) in den Frühjahrsmonaten März bis Mai *Asterionella* erst noch vorherrschend fand, ebenso Rädertiere, wie *Anuraea* und *Polyarthra*, die bald durch *Dinobryon* und *Notholca* verdrängt wurden, oder durch *Coeelosphaerium*, *Melosira* oder *Ceratium*. Im Som-

mer (Juni bis August) überwog nach ihm das tierische Plankton, *Conochilus unicornis* und die Kruster, dann *Fragilaria crotonensis*, *Ceratium hirundinella* oder *Anabaena*. Im Herbst (September bis November) herrschte *Ceratium* noch vor, dann schlossen sich die gekrümmten Fäden von *Melosira granulata-crenulata* an, oder *Asterionella* oder *Anabaena* erhielten sich noch von den Sommermonaten her im Übergewicht. In den Wintermonaten Dezember bis Februar dominierte *Asterionella* und *Synedra delicatissima*, denen von Tieren *Anuraea cochlearis* und *Cyclops strenuus* beigemischt war. Es wird nun von großem Interesse sein, weitere Beobachtungen über die jahreszeitliche Periodizität des Heloplanktons anzustellen, um zu erfahren, ob in anderen Teichgewässern analoge Verhältnisse vorliegen oder andere, und ob diese Verhältnisse in einem Jahre dieselben sind wie in den anderen.

Bei tieferen Teichen kann man auch eine regionale Verteilung weniger in vertikaler als in horizontaler Richtung wahrnehmen. Bei gleichen Bedingungen sind die Planktonorganismen im freien Wasser ziemlich gleichmäßig verteilt, doch kommen besonders in der Nähe des Ufers sogenannte „Schwarmbildungen“ vor, besonders von Daphniden, aber auch von Peridiniaceen, *Euglena* und *Pandorina*²⁾, die dichte Wolken bilden, so daß man sie mit bloßem Auge sehen kann. Die Gründe dafür sucht man bei Tieren mit der geschlechtlichen Fortpflanzung in Verbindung zu bringen, bei den Pflanzen soll das Sonnenlicht eine besondere Rolle spielen, indem sie darin vorteilhafter assimilieren können, während andererseits Daphnidenschwärme gern im Schatten der Wasserlinsen vor direktem Sonnenlicht Schutz suchen. Bei großen Teichflächen hat Tallwitz²⁾ eine gewisse Scheidung der Tierwelt der Uferzone von der des freien Wassers festgestellt. Die größte Zahl der von ihm in der Uferzone gefundenen Arten fehlt dem Plankton der freien Wasserfläche. So soll *Leptodora hyalina* flache Ufer meiden. Eine Anzahl planktonischer Tiere kommen in gleicher Individuenmenge sowohl im freien Wasser als auch in der Uferzone vor, und endlich gibt es solche Tiere des Planktons, deren größte Mengen zwar auf die Uferzone beschränkt sind, von denen einige aber während des Maximums ihres Auftretens ins Plankton des freien Wassers übertreten. Bei Pflanzen sind derartige Beobachtungen noch nicht verzeichnet worden.

Bezüglich der Herkunft des Heloplanktons können verschiedene Faktoren in Betracht kommen. Wenn ein Zierteich frisch ausgeschachtet ist und durch Grundwasser bewässert wird, so stellt sich auch bald eine Planktonflora ein, die unter Umständen sogleich eine Wasserblüte bil-

¹⁾ Lampert, K., Das Leben der Binnengewässer, S. 501.

²⁾ Schorler, B., Tallwitz, J. und Schiller, K., Moritzburger Großteich, S. 77 und 78.

¹⁾ Schorler, Br., Tallwitz, J. und Schiller, K., Moritzburger Großteich, S. 58 und 59.

den kann. So war es im Südparkteich in Breslau, wo kurz nach seiner Bewässerung *Closterium pronum* das Wasser des Teiches hellgrün färbte, zur großen Enttäuschung der Promenadenverwaltung, die auf klares Wasser gehofft hatte. Es ist schwer festzustellen, woher auf einmal diese Massenvegetation des *Closteriums* kam. Man ist dabei auf Vermutungen angewiesen. In erster Linie käme der Wind in Betracht, der mit dem Staube vielleicht die Zygosporien dieser Desmidiaceen in den Teich wehte. Vielleicht waren es aber auch Wasservögel, wie Enten, die hier wie anderswärts an ihren Füßen oder am Gefieder derartige Keime verschleppten, ganz abgesehen von den Teicharbeitern, die sie durch den Schmutz an ihren Stiefeln verbreiteten. Auf den Panzern von Wasserkäfern hat man verschiedene Algen haftend gefunden, und man weiß, daß diese Tiere ebenso wie die Wasserwanzen nächtliche Flüge von einem Gewässer zum anderen unternehmen¹⁾. In Teichen mit größeren Zuflüssen liegt die Besiedelung mit Organismen, die außer den bisher angeführten Faktoren vom Flußwasser mitgebracht werden, auf der Hand. Allerdings wird dann im Teiche eine gewisse Auslese unter den eingeführten Pflanzen und Tieren stattfinden, und nur diejenigen, die der schwebenden Lebensweise angepaßt sind, werden dauernd oder wenigstens zeitweise im Plankton aufgefunden werden können. Das gleiche gilt auch für Überflutungen der Teiche und Altwasser in der Nähe der Flüsse, die Überschwemmungen hervorrufen.

Werfen wir noch einen Blick auf die Bedeutung des Heloplanktons für die teichwirtschaftliche Fischzucht. Es ist im Vorhergehenden dargelegt worden, was an Mikroorganismen in unseren Teichen lebt und wieviel davon in ihnen vorkommt. Diese Lebewesen bilden entweder indirekt wie das Phytoplankton oder direkt wie das Zooplankton die Nahrung der Fische. Walter²⁾ konnte in bezug darauf folgende drei Leitsätze aufstellen: „1. Die Gesamtproduktion an tierischem Plankton steht in geradem Verhältnis zum Zuwachs der Fische, d. h. je mehr Plankton, desto größer der Zuwachs, je weniger Plankton, desto geringer der Zuwachs. 2. Wenn das tierische Plankton aufgezehrt ist, steht auch das Wachstum der Fische still. 3. Die Erhaltungsdauer des tierischen Planktons oder die Länge der Planktonkurve steht in umgekehrtem Verhältnis zur Größe des Teichbesatzes an Fischen, d. h. je größer der Besatz, desto schneller ist auch das tierische Plankton aufgezehrt.“ — Diese Behauptungen hat Walter insbesondere an den Trachenberger Versuchsteichen, aber auch an anderen Teichgewässern bewiesen. Wenn nun besonders dem Zooplankton

eine so wichtige Rolle für den Besatz der Teiche mit Nutzfischen zukommt, so mußte man darauf bedacht sein, dafür Sorge zu tragen, daß möglichst viel Zooplankton von den Teichen produziert wird, oder daß die Teiche „bonitiert“^{1) 2)} werden.

Der Begründer der wissenschaftlichen Teichwirtschaft war Joseph Susta, der in seinem Werke über die Ernährung des Karpfens die Ergebnisse der modernen landwirtschaftlichen Forschung auf die Teichgewässer anwandte. Nicklas und Max von dem Borne haben darauf weitergebaut. Zuntz, Knauth, Walter und Cronheim sind bestrebt gewesen, zweckmäßige Bonitierungsverfahren für Teiche aufzufinden. Sie beziehen sich auf Meliorierung des Teichbodens, auf Düngung desselben und auf unmittelbare Bereicherung des Wassers mit Nahrungsstoffen.

Unberührter, vom Wasser bedeckter Teichboden wird nur wenig verändert. Zwar zersetzen ihn gewisse Wasserbakterien, und außerdem finden durch Fäulnis Verwesungs- und andere Oxydationsvorgänge statt, aber weit mehr wird der Teichboden verbessert, wenn ihn Sonne, Regen, Schnee, Frost und Wind beeinflussen, d. h. wenn er trockengelegt wird, so daß die vorhandenen organischen Stoffe durch den Sauerstoff der Luft umgewandelt und die anorganischen Substanzen aufgeschlossen werden, was am besten in den winterlichen Monaten vom Oktober bis zum März geschieht, in denen man den Teichboden umpflügt, damit die Witterungseinflüsse ihre Tätigkeit darauf ausüben können. Um die natürliche Nahrung der Fische künstlich zu vermehren, wird der Teichboden auch gedüngt. Man hatte nämlich schon früher beobachtet, daß Dorfsteiche mit Abflüssen von Düngergruben und solche Teiche, die nährstoffreiche Zuflüsse von Schlachtviehhöfen aufwiesen, sich zur Fischzucht besonders eigneten, und man ging nun daran, derartige Düngungen sachgemäß vorzunehmen. Am besten hat sich Rind- und Schweinedünger und Jauche bewährt. Neben dem Stalldünger wurde auch Kunstdünger zur Erhöhung der Fruchtbarkeit der Teiche benützt, z. B. Thomasmehl oder Superphosphat, Kainit und Chilisalpeter. Man streut diese entweder auf die trockene Teichsohle oder gibt sie als Wasserdüngung. Auch Abwässer von Brennereien, Stärke- und Zuckerfabriken, Molkereien und Kanalisationsabwässer von menschlichen Ansiedlungen können zu diesem Zwecke noch nutzbar gemacht werden, wenn man sie in bescheidenen Mengen zuführt; im Übermaß angewandt wirken sie als indirekte Fischgifte. Kalkarme Teichböden bereichert man durch

¹⁾ Migula, W., Die Verbreitungsweise der Algen, in Biol. Centralblatt Bd. 7, Leipzig 1888.

²⁾ Walter, E., Ein Versuch, die teichwirtschaftliche Station in Trachenberg unmittelbar für die Praxis nutzbar zu machen, in Zeitschr. f. Fischerei, Charlottenburg 1896.

¹⁾ Zacharias, O., Die mikroskopische Organismenwelt des Süßwassers, in Jahresber. d. Central-Fischereivereins für Schleswig-Holstein 1892/93, Rendsburg 1893, S. 15.

²⁾ Walter, E., Über die Frage der Bonitierung, in Fischerei-Zeitung Bd. 8, Neudamm 1905.

Ätzkalk oder gemahlenen kohlensauen Kalk, damit durch dessen aufschließende Tätigkeit die vorhandenen Stoffe genügend ausgenutzt werden. Durch alle die Mittel schafft man die Möglichkeit, die Produktion der natürlichen Nahrung der Fische, des Heloplanktons, zu erhöhen, weil man eingesehen hat, daß das Naturfutter des Fisches wichtigste Nahrung ist. Der Kreislauf des Stoffwechsels im Teich vollzieht sich folgendermaßen: Die Naturnahrung der Nutzfische, wie der Karpfen beispielsweise, besteht im wesentlichen aus Insektenlarven, Würmern, Krustaceen und Rädertieren usw., die von den Fischen in großen Mengen aufgenommen werden. Die genannten Nahrungstiere nähren sich ihrerseits nun wiederum teilweise von Pflanzen, frischen sowohl wie abgestorbenen, besonders auch von den Algen des Planktons. Diese dienen aber durchaus nicht bloß zur Fischnahrung, sondern sie bereichern im Sonnenlichte das Wasser mit Sauerstoff, der den Fischen zur Atmung notwendig ist, wobei diese wieder Kohlensäure ausatmen, welche die Pflanzen zerlegen und zum Aufbau ihres Körpers verbrauchen. Dazu bedürfen die Pflanzen aber auch noch anderer Stoffe, wie Stickstoff, Kalk, Phosphor, Eisen, Magnesia u. a., die sie dem Wasser entnehmen, das diese Stoffe aus dem Boden gelöst enthält. So liefert der Boden des Teiches in letzter Linie die Nahrung für die Fische, und er muß dementsprechend vorbereitet sein⁴⁾. Je mehr Nährstoff der Teichboden zu liefern vermag, desto reicher wird die Mikroflora und -fauna des Teiches sein, und desto mehr wird er mit Fischen besetzt und seine Ertragsfähigkeit reicher gemacht werden können, die bereits soweit gestiegen ist, daß der Morgen Teichfläche mehr als 500 M Reingewinn bringen kann; doch kommen solche Fälle nur selten unter ausnahmsweise günstigen Bedingungen vor. Sonst muß man mit 15 bis 20 M, höchstens auch mal mit 40 M, zufrieden sein.

Soweit vom Teichplankton — und nun zum Flußplankton, dessen Kenntnis von ersterem seinen eigentlichen Ausgang nahm.

(Schluß folgt.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten.

Zur Bekämpfung schädlicher Tiere hat man schon früher vielfach versucht, ihrer durch Ausräucherung Herr zu werden. Es sei an das Ausräuchern der Ratten durch Schwefelkohlenstoff und andere Gase in Schiffen erinnert. Auch gegen schädliche Insekten ist wohl da und dort eine Vergasung von Giften in kleinerem Umfang in Gebrauch genommen worden. Z. B. wird für die Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms ein Ver-

dampfungsapparat für Wasserdampf mit Nikotin angegeben.

Die Not des Krieges hat in schnellster Entwicklungsfolge gelehrt, die menschenbetäubenden oder tödenden Gase für den Angriff zu verwerten und zu lenken. Die wirtschaftliche Not zwingt uns dazu, jedes Mittel zu versuchen, um die Schädlinge unserer landwirtschaftlichen Kulturen zu bekämpfen und dadurch unschätzbare Werte zu retten. Wäre es nun nicht möglich, die soweit fortgebildete Technik der Gasangriffe auch für diesen Zweck zu verwerten? Es scheint theoretisch durchaus denkbar, daß Gase Insekten, etwa den so schädlichen Heu- und Sauerwurm des Weins radikal abtöten, ohne dabei den Weinstock zu schädigen. Gewiß nützt hierfür theoretische Betrachtung wenig, und nur Versuche könnten entscheidend sein. Es wäre aber für solche immerhin langwierigen Versuche von größter Bedeutung, zu wissen, wie sich eigentlich Tiere und Pflanzen gegen die jetzt im Kriege gebrauchten Gase, für die die Technik ihrer Anwendung genau ausprobiert ist, in der freien Natur verhalten. Sicherlich sind hierüber von unseren Kriegern mannigfache absichtliche und unabsichtliche Beobachtungen gemacht worden, deren Vergleichung und Sichtung zu wichtigen Folgerungen für die Bekämpfung der Schädlinge durch Abtötung durch Gaseinwirkung führen könnten.

Ich rege daher an, solche Beobachtungen aufzuzeichnen und stelle die Bitte, mir dieselben zuzusenden. Natürlich ist eine möglichst eingehende Angabe erwünscht über die gebrauchten Gase, über die Zeit der Beobachtung nach Anwendung. Weiter ist notwendig die genaue Bezeichnung der beobachteten Pflanzen, ihren Belaubungszustand und über die Art der event. Einwirkung, ebenso ein Verzeichnis der aufgefundenen Tiere und ob dieselben tot, betäubt oder anscheinend unbeeinflusst waren. Schließlich ist auch eine Angabe erwünscht, ob die Beobachtungen in der vollen Einwirkungszone des Gases oder am Rande derselben angestellt wurden. — Sollte sich die Möglichkeit ergeben, derartige Gasangriffe gegen die Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturen mit Erfolg durchzuführen, so würden in Friedenszeiten hierfür stets Mannschaften und Apparaturen dadurch zur Verfügung stehen, daß unsere Soldaten im Frieden für die Gasangriffe des Krieges eingeübt werden müssen.

Berlin, den 7. März 1918.

Prof. Dr. Werner Magnus.

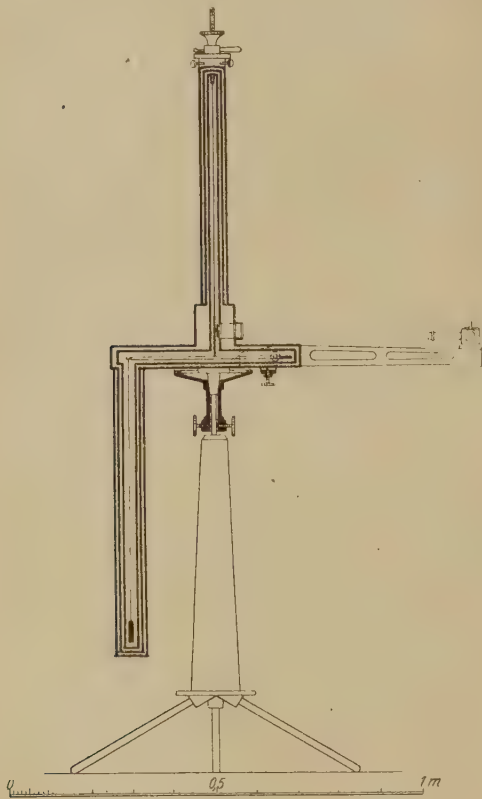
Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 17. Dezember hielt Prof. W. Schweydar vom Königlichen Geodätischen Institut zu Potsdam einen Vortrag über die **Drehwage und ihre Bedeutung für die Auffindung von Bodenschätzen**. Der Vortragende betonte, daß es sich nicht um eine Methode handele, die über die Natur von Bodenschätzen Aufschluß gibt, sondern daß die Drehwage nur Unterschiede der Schwerkraft anzeigt, die dadurch verursacht werden, daß spezifisch schwerere Stoffe den Betrag der Schwerkraft vergrößern, leichtere ihn verkleinern. Die Messungen der Schwerkraft können also wertvolle Fingerzeige über das Vorhandensein leichterer (Wasser, Petroleum, Salz) oder schwererer (Erz-) Massen geben, selbst wenn dieselben in größerer Tiefe unter der Erdoberfläche lagern. Die einzelnen Massen machen sich aber nur durch Differenzen gegen die Umgebung bemerkbar. Wir können also nur dann aus den Schweremessungen bestimmte Schlüsse ziehen,

⁴⁾ Eckstein, K., Der Teichboden und seine Bearbeitung, in Jahresber. d. Schles. Fischerei-Vereins 1908, Breslau 1909, und Cronheim, W., Teichdüngung und Abwasserreinigung, ebendasselbst 1909, Breslau 1910.

wenn der geologische Bau im allgemeinen bekannt und nicht zu kompliziert ist. Nun geben die Pendel, mit denen man bisher die Schwerkraft maß, nur eine Genauigkeit von etwa einem Millionstel des Betrages der Schwerebeschleunigung, die normalerweise etwa 981 cm g s beträgt. Diese Genauigkeit würde gerade noch hinreichen, um eine Platte von 1000 m Dicke und der Dichte 2,5, die in 500 m Tiefe zwischen Massen von den Dichten 2,0 und 3,0 eingeschaltet wäre, nachzuweisen. Es ist aber nötig, viel größere Genauigkeiten zu erreichen, wozu uns die Drehwage des ungarischen Physikers Baron Eötvös ein Mittel an die Hand gibt.

Das Instrument besteht aus einem Aluminiumrohr von 40 cm Länge, das in horizontaler Richtung an einem 0,04 mm dünnen Metallfaden aufgehängt ist, so daß die Torsionskraft sehr gering und die Schwin-



gungsdauer daher sehr groß, etwa 23 Minuten, ist. Die Enden des Rohres sind mit Gewichten von je 28 g belastet. Die Schwerkraft ändert sich nun auf der Erde, die ja nahezu die Gestalt eines Umdrehungsellipsoids hat, vom Äquator zum Pol um $\frac{1}{200}$ ihres Betrages. Die Niveaulflächen der Schwere sind also nicht kugelförmig und die Lotrichtungen an beiden Enden des 40 cm langen Wagebalkens bilden einen kleinen Winkel miteinander. Eine kleine Komponente der Schwerkraft fällt also in die Horizontalebene und kann deshalb eine drehende Wirkung ausüben. Eine solche Deformation der Niveaulflächen, wie wir sie auf der Erde infolge ihrer Abplattung im großen finden, wird nun aber auch im kleinen durch störende Massen hervorgerufen. Diese drücken die Niveaulflächen gewissermaßen ein oder beulen sie aus, und so gibt uns die Drehwage in der beschriebenen Form ein Kriterium für die Gestalt der Niveaulflächen, und damit für das Vorhandensein störender Massen.

Verlegen wir nun das Gewicht an dem einen Ende des Rohres dadurch tiefer, daß wir es an einem 65 cm langen Metalldraht aufhängen, so gibt uns dies außerdem die Möglichkeit, den Unterschied der Schwerkraft an den beiden Enden des 40 cm langen Rohres, also den horizontalen Gradienten der Schwerkraft, zu messen, weil die durch die beiden Gewichte gehenden Niveaulflächen nicht parallel sind. Das Instrument muß, um es vor Luftströmungen zu schützen, in doppelten Kästen und Rohren eingebaut sein. Es wird in verschiedene Lagen gedreht, und die Ausschläge werden photographisch registriert. In dieser Form ist das Instrument so empfindlich, daß der horizontale Gradient der Schwerkraft infolge der Erdabplattung, der bei uns 8×10^{-9} pro Zentimeter beträgt, noch einen Ausschlag von $\frac{1}{2}$ mm auf der photographischen Platte registriert.

Der horizontale Gradient ist nun am größten am Rande einer störenden Masse, wofür der Vortragende zwei Beispiele anführte. Es wird eine störende Masse von 3000 m Länge und 1000 m Dicke angenommen, deren Dichte 2,2, die Dichte der Umgebung dagegen 2,5 ist. Befindet sich die obere Grenzfläche der Masse 100 m unter der Erdoberfläche, so ist der horizontale Gradient der Schwerkraft in der Mitte über der Störungsmasse = 0, an den beiden Rändern dagegen beträgt er 88 Einheiten von 10^{-9} . Ist dagegen die Oberfläche der Masse nach rechts geneigt, so daß sie am rechten Rande 200 m unter der Erdoberfläche liegt, so ist der Gradient am linken Rande 82, in der Mitte 12 und am rechten Rande 66.

Derartige Verhältnisse liegen häufig bei Salzhorsten vor, von denen der Vortragende einen in der Lüneburger Heide gelegenen mit der Drehwage untersuchen konnte. Die Grenzen eines derartigen Horstes lassen sich auf etwa 50 m genau bestimmen. Wenn also auch die Drehwage nichts über die Natur der störenden Massen aussagt, sondern nur angibt, ob sie leichter oder schwerer sind, so genügt doch eine einzige Bohrung, um die Art der störenden Schicht festzustellen. Das Instrument kann also dazu dienen, diejenigen Stellen genauer zu bezeichnen, an denen mit Aussicht auf Erfolg gebohrt werden kann und erspart dadurch viele kostspielige und zeitraubende Bohrungen. Zuverlässige Messungen gestattet die Drehwage allerdings hauptsächlich in ebenem Terrain. In gebirgiger Gegend beeinflussen die Störungen, welche durch die lokalen Anziehungen der Bergmassen hervorgerufen werden, das Resultat in einer Weise, die sich schwer rechnerisch feststellen läßt.

In der Erörterung des interessanten Vortrages beteiligten sich u. a. die Geheimräte *Beyschlag*, *Jentzsch*, *Penck* und *Ad. Schmidt* (Potsdam).

In derselben Sitzung vom 17. Dezember 1917 hielt Herr *P. Sprigade* einen Vortrag über die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn *M. Moisel* im Auftrage des Reichskolonialamtes herausgegebenen **Karten von Mittelafrrika im Maßstabe von 1 : 2 000 000**. Seine kurze, einleitende Darstellung der Entwicklung unserer Kolonialkartographie zeigte, daß man zuletzt auf den einheitlichen Maßstab von 1 : 2 000 000 für die Darstellung von Übersichtsblättern der einzelnen Schutzgebiete gekommen ist, und daß im Reichskolonialamt die Absicht besteht, alle diese Karten zu einem Atlas der Kolonien auszubauen. Unter Heranziehung von Fachleuten aller Art sollen wirtschaftliche, geologische, klimatische, ethnographische und andere Karten geschaffen werden. Der jetzige Weltkrieg ließ es wünschenswert erscheinen, auch von verschiedenen Nach-

bargebieten der deutschen Kolonien gute Karten zu besitzen, und so wurde zunächst der östliche Sudan in Angriff genommen, dessen östliches Blatt direkt an die Karte von Deutsch-Ostafrika unter Beibehaltung des gleichen Mittelmeridians anschließt. Um eine zu große Verzerrung der Projektion zu vermeiden, mußte bei dem westlichen Blatt des östlichen Sudan von einem unmittelbaren Anschluß an das östliche Blatt Abstand genommen, und diese Karte als ein selbständiges Bild mit eigenem Mittelmeridian gestaltet werden. Die Bearbeitung des außerordentlich reichhaltigen Materials war sehr mühsam, da überall auf das Urmaterial zurückgegangen werden mußte. Jedem Blatt sind daher in einem kartographischen Begleitwort die Grundlagen der Konstruktion beigelegt.

Da nun die nach Beendigung des Krieges zu erwartende Neuaufteilung Afrikas die Schaffung zuverlässiger Karten des gesamten tropischen Afrika erforderlich macht, so wurden auch die weiter westlich anschließenden Gebiete sowie Belgisch-Kongo und Angola in Angriff genommen. Für die Darstellung des Kongostaates lieferten neben den veröffentlichten Quellen die Archive in Brüssel eine Fülle guter Spezialkarten, die es gestatten, ein recht zuverlässiges Bild dieser wichtigen Kolonie zu entwerfen.

Die neuerdings aufgekommene Bezeichnung „Mittelafrika“ hat Veranlassung gegeben, die ganze Serie dieser Karten als „Mittelafrika in Karten 1: 2 000 000“ zu bezeichnen.

Die Schreibweise der geographischen Namen ist auf französischen Gebieten in französischer, auf englischen in englischer Orthographie wiedergegeben, was nicht nur den Bestimmungen für die Internationale Weltkarte im Maßstabe 1: 1 000 000 entspricht, sondern auch aus dem Grunde wünschenswert ist, weil die geographischen Namen in derjenigen Fassung in die Tagespresse zu gelangen pflegen, die in dem betreffenden Ursprungslande gebräuchlich ist.

Die schönen Karten wurden von den anwesenden Fachgelehrten mit großer Genugtuung begrüßt und fanden lebhafte Anerkennung.

In der Sitzung vom 5. Januar hielt Herr Geheimrat H. Lüders (Berlin) einen Vortrag mit Lichtbildern über die Gurkhas. Unter den etwa 300 000 Mann des indischen Heeres stehen die Gurkhas zwar nicht der Zahl, wohl aber der Bedeutung nach an erster Stelle, denn sie genießen mit Recht den Ruf, zu den besten Truppen zu gehören. In erster Linie ist dies auf ihre, trotz der Kleinheit des Körperbaues kräftige physische Konstitution zurückzuführen, in der sie den schwächlichen Hindus weit überlegen sind, sowie auf die körperliche Gewandtheit, die sie als echte Gebirgskinder besitzen. Ihre Spezialwaffe ist das Kukri, ein scharfes Messer mit scharfer, leicht gebogener Klinge. Man hat die Gurkhas in dem jetzigen Weltkrieg zum ersten Male außerhalb Indiens verwendet, aber an der Westfront insofern schlechte Erfahrungen gemacht, als das Klima ihnen nicht gut bekommen ist und namentlich die Schwindsucht ihre Reihen stark gelichtet hat. Ihre Schlagfertigkeit und Verwendbarkeit als Kriegertruppe wird aber noch beträchtlich erhöht durch die weitgehende Freiheit von Kastenvorurteilen und religiösen Vorschriften und Skrupeln, mit denen die Hindus stark belastet sind. Dazu kommt, daß der Gedanke einer Auflehnung gegen England ihnen gänzlich fernliegt, da sie nicht Untertanen der britischen Krone sind. Sie sind in Indien politischen Fremde und bieten dadurch den Engländern eine Garantie für ihre Loyalität. Auf die Hindus der Ebene, bei denen das National-

gefühl zu einer Annäherung an die Mohamedaner geführt hat, sehen sie mit Geringschätzung herab, und die Fragen der indischen Herrschaft berühren sie nicht. Mit verschwindenden Ausnahmen rekrutieren sich die Gurkhas aus dem Königreiche Nepal, dem einzigen, auch heute noch wirklich selbständigen Staate Indiens, der am Südrand des Mittelteiles vom Himalayabogen gelegen ist, eine Länge von 830 km, eine von 150—240 km wechselnde Breite hat und im Norden vom Tibet, im Osten von Sikkim, im Süden und Westen von Britisch-Indien begrenzt wird. Im ganzen Lande lassen sich vier von W nach O sich erstreckende Zonen unterscheiden. Die südlichste bildet einen 15 bis 45 km breiten Gürtel von Dschungeln, das Terai, eine fieberschwangere, von reißenden Tieren bewohnte Wildnis. Dahinter folgt als zweite Zone eine 600—900 m hohe Sandsteinkette, hinter der sich Mulden, die sog. Dhuns, bis an die dritte Zone heranziehen. Diese umfaßt das Bergland bis zu etwa 3000 m Höhe, wo der Ackerbau aufhört. Die vierte Zone schließlich ist das Hochgebirge des Himalaya, der an der Nordgrenze in dem Gaurisankar mit 8800 m Höhe kulminiert. Die dritte Zone wird durch Bergzüge, die von den Hochgipfeln nach Süden auslaufen, wieder in drei Teile geteilt, deren jeder sein eigenes Stromsystem hat, die dem Ganges tributär sind. Zwischen diese drei Abschnitte ist durch die Gabelung des einen Höhenzuges noch das eigentliche Tal von Nepal eingeschaltet. Nur wenige beschwerliche Pässe führen nach Norden zu in das tibetische Hochland. Die Bodenbeschaffenheit Nepals, seine Berge, Schluchten und Dschungeln haben sich stets als mächtige Bundesgenossen in der Verteidigung des Landes erwiesen und sind von bestimmendem Einfluß auf seine Geschichte gewesen.

Schon seit alter Zeit mischten sich hier arische Stämme mit Völkern, die ihrer Sprache nach der tibeto-birmanischen Familie angehören. Am Südrande des Landes wohnten im 6. Jahrhundert v. Chr. die Sakyas, der Volksstamm, dem der Buddha angehörte. Im nepalesischen Terai wurde die Säule gefunden, auf der 300 Jahre später der König Asoka verkündet: Hier wurde der Buddha geboren. Im Mittelalter gründen Einwanderer aus Rajputana im westlichen und mittleren Nepal eine Reihe von Fürstentümern, von denen das von Gorkhä im 18. Jahrhundert eine besondere Bedeutung gewinnt. 1768 erobert Prithwi Narayan von Gorkhä das eigentliche Nepaltal, wo eine schwächliche Dynastie seit dem 14. Jahrhundert regiert. Seine Nachfolger dehnen die Eroberung nach Ost und West aus, bis 1794 das Gurkhareich unter dem Namen Nepal von Bhutan bis Kaschmir reicht. Nach dem Kriege mit den Engländern im Jahre 1815—16 wird Nepal durch den Frieden von Segauli im wesentlichen auf seine jetzigen Grenzen beschränkt. Für das heutige Nepal ist besonders die Tätigkeit Jang Bahadurs wichtig geworden, der von 1847—1877 Premierminister von Nepal war. Durch ihn wurde auch die eigentümliche Staatsform begründet, welche die ganze Macht in die Hände des Premierministers legt, während der König nur dem Namen nach regiert. Wir haben hier einen jener seltenen Fälle vor uns, in denen der Premierminister mit absoluter Selbständigkeit die auswärtige Politik leitet, wie es zuletzt bei dem Majordomus am Ausgang des fränkischen Merowingerreiches geschah. Jang Bahadur hat sich um sein Land große Verdienste erworben. Er schaffte manche barbarische Grausamkeiten ab und beschränkt die Todesstrafe auf die absichtliche Tötung eines Menschen und einer Kuh. Nepal

ist noch heute ein verschlossenes Land. Nur selten wird die Erlaubnis zum Betreten des Landes erteilt, und selbst der englische Resident in Katmandu ist nicht viel mehr als ein Gefangener.

Die historischen Überlieferungen stimmen mit den heutigen Sprachverhältnissen überein, und der Vortragende hat daher bei den Studien, die er an den gefangenen Gurkhas machen durfte, die sprachlichen Tatsachen in den Vordergrund gerückt, aus denen er wertvolle Aufschlüsse über Abstammung und Kultur dieses Volkes ableiten konnte. Die Sprachen des Landes Nepal zerfallen in zwei Klassen, die arischen und die tibeto-birmanischen. Zu ersteren gehört das Alt-Nepalische, das jetzt durch das Gurkhali verdrängt ist. Diese Gurkhasprache ist verwandt mit der Sprache von Rajputana und bildet heute die lingua franca für das ganze Land. Außer der regierenden Klasse der Gurkhas beherbergt Nepal noch etwa 20 Völkerschaften mit tibeto-birmanischen Sprachen. Als Proben für die Gurkhasprache führte der Vortragende die phonographischen Aufnahmen einiger Lieder vor, wie sie von den Gurkhas im Gefangenenlager gedichtet und gesungen wurden. Körperlich zeigen die arischen Gurkhas einen starken Einschlag mongolischen Blutes, wie besonders die Vergleichung mit Typen der arischen Volksstämme Indiens zeigt. Von den nicht arischen Stämmen werden die Gurungs, Magars und einige andere in die britischen Gurkharegimenter aufgenommen, so daß sich also die militärische Bezeichnung „Gurkha“ nicht mit dem Volksbegriff deckt. Aber die Kultur dieser Stämme ist heute mehr oder weniger von der der Gurkhas beeinflusst. Der Vortragende zeigte jedoch an dem Beispiel der Gurungs, wie man mit Hilfe der Sprache ein Bild von ihrer ursprünglichen Kultur, ihren Sitten und religiösen Anschauungen gewinnen könne.

O. B.

Astronomische Mitteilungen.

Als ein in Auflösung begriffener Komet scheint sich der Komet Brooks (1889 V) darzustellen. Er gehört zu den periodischen Gestirnen seiner Art, besitzt etwa 7 Jahre Umlaufzeit und wurde nach der Erscheinung vom Jahre 1889 noch 1896 und 1903 beobachtet, aber schon mit abnehmender Helligkeit. Anlässlich seiner Wiederkehr, im Jahre 1910 ist nur eine Beobachtung auf der Lick-Sternwarte (Nordamerika) bekannt geworden, für die nähere Einzelheiten nicht mitgeteilt sind, und da der Komet auf zwei guten Heidelberger Aufnahmen vergeblich gesucht wurde, so ist es zweifelhaft, ob sich die amerikanische Beobachtung auf ihn bezieht. Auf den Heidelberger Platten hätte er erscheinen müssen, wenn er wenigstens die Helligkeit eines Sterns 14. Größe besessen hätte. Für die um Mitte Februar 1918 fällig gewesene Wiederkehr des Kometen gibt J. Bauschinger in Nr. 4920 der Astronomischen Nachrichten eine genaue Vorausberechnung des Laufes, doch ist die Wahrscheinlichkeit, daß das Gestirn nochmals gefunden werden kann, sehr gering.

Das Spektrum des Kometen Wolf (1916 b) behandelt eine Mitteilung von V. M. Slipher in Nr. 2513 der „Nature“. Nach Aufnahmen vom 25. und 26. August 1917, die auf dem Flagstaff-Observatorium erhalten wurden, besaß der Komet ein fast ausschließlich kontinuierliches Spektrum mit Andeutungen der Cyanbande λ 3883 und der Kohlenwasserstoffbande λ 4737. Die Fraunhoferschen Linien sind wegen der Schwäche und der geringen Breite des Spektrums nicht sichtbar, aber es steht fest, daß das Leuchtvermögen des Ko-

meten in der Hauptsache der Zurückwerfung des Sonnenlichts zuzuschreiben ist. Der Komet zeichnete sich dadurch aus, daß er sich der Sonne in keinem Teil seiner Bahn auf weniger als etwa 1,7 Erdbahnhalbmesser näherte. Er ist infolgedessen ein ziemlich unscheinbares Gestirn geblieben, und auch das durch die Spektralaufnahme festgestellte geringe Eigenlicht entspricht diesen Verhältnissen.

Zur Erklärung der Sonnenflecken hatte Turner einen Meteorstrom mit $11\frac{1}{4}$ Jahren Umlaufzeit angenommen. Die festen Massen der Meteore sollten bei ihrem Einsturz in die Sonnenoberfläche die Erscheinung der Flecken hervorrufen. Die Umlaufzeit des Stromes würde die Periode der Fleckenhäufigkeit bestimmen und die Lage seiner Bahn den Umstand erklären, daß die Fleckenbildung vorwiegend an die äquatorialen Gegenden der Sonne gebunden ist. Der Meteorstrom sollte im Jahre 271 n. Chr. bei einem Zusammentreffen mit Saturn vom Leonidenstrom abgesprengt worden sein. Gegen diese reichlich phantastischen Ansichten wendet sich A. Sampson, der geltend macht, daß man dem Leonidenstrom unmöglich jene große Masse beilegen könne, wie sie die Turnersche Theorie fordert. Auch habe die Annäherung an den Planeten Saturn im Jahre 271 nur 0,46 astronomische Einheiten (Entfernung Erde—Sonne) betragen, wodurch eine Wirkung der bezeichneten Art ausgeschlossen würde. Zudem sei die spätere Bahn des Leonidenstroms wahrscheinlich erst im Jahre 885 durch den Einfluß des Planeten Uranus entstanden. In neuerer Zeit hat bekanntlich der Strom eine neue Veränderung seiner Bahn durch Jupiter erlitten. — Turner glaubte zur Bekräftigung seiner Annahmen aus chinesischen Aufzeichnungen schließen zu können, daß Sonnenflecken überhaupt erst nach dem Jahre 271 aufgetreten seien. Bei der Lückenhaftigkeit dieser alten Beobachtungen und dem Fehlen fast aller Hilfsmittel ist es wohl erklärlich, wenn Aufzeichnungen über eine dem bloßen Auge nur selten wahrnehmbare und auch dann wenig auffallende Erscheinung, wie die Sonnenflecken sie darstellen, aus noch früherer Zeit nicht vorliegen.

Über die Auffindung des 9. Jupitermondes auf der Lick-Sternwarte (Nordamerika) wird im Bulletin 80.100 der genannten Sternwarte berichtet. Die Entdeckung ist nur dem Umstande zu verdanken, daß der äußerst lichtschwache neunte Mond, der nur die 19. Sterngröße besitzt, am 21. Juli 1914 in der Nähe des achten Mondes stand und mit diesem fast die gleiche Bewegung besaß. Auf einer der Bewegungen des achten Mondes nachgeführten photographischen Platte mußte sich also auch der neunte Mond punktförmig zwischen den strichförmig erscheinenden Sternen abbilden. Würde er eine abweichende Bewegung gehabt haben, so hätte der äußerst geringe Lichtreiz nicht hingereicht, einen wahrnehmbaren Strich auf der Platte hervorzubringen. Die planmäßige Verfolgung des neuen Mondes gestattete nach einigen Monaten, seine Bahn zu bestimmen. Danach besitzt das Gestirn die für einen Planetenmond außerordentlich große Umlaufzeit von 2,182 Jahren, und die halbe große Achse seiner Bahn beträgt 0,166 Erdbahnhalbmesser.

C. H.

Berichtigung.

In dem Aufsatz: Ist die Strahlung der Sonne veränderlich? in Heft 12, S. 133, Spalte 1, Z. 3, v. o. soll es heißen „bestimmtem Ergebnis“, statt bekanntem Ergebnis.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 15.

12. April 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Der Wettkampf zweier Weltanschauungen in der Physik. Von *Privatdozent Dr. Stanislaw Loria*, Krakau. S. 169.

Teich- und Flußplankton. Von *Dr. Bruno Schröder*, Breslau. (Schluß.) S. 176.

Herbert Herkner. Von *Prof. Dr. M. Born*, Berlin. S. 179.

Besprechungen:

Weihe, C., Max Maria von Weber, ein Lebensbild des Dichter-Ingenieurs mit Auszügen aus seinen Werken. Von *E. Zschimmer*, Jena. S. 180.

Das
strahlend weiße Licht
**OSRAM-
AZO**
Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:
OSRAM-AZOLA
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Auergesellschaft, Berlin O. 17.

OSRAM
AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagehandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	25	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Otto Vahlbruch Stiftung!

Der am 28. März 1896 in Hamburg verstorbene Herr Otto Vahlbruch hat in § 11 seines Testaments bestimmt, daß alle 2 Jahre dem Verfasser derjenigen in deutscher Sprache geschriebenen und veröffentlichten Arbeit, die in dem gleichen Zeitraum den größten Fortschritt in den Naturwissenschaften gebracht hat, ein Preis zuerkannt werden möge, welcher aus den Einkünften des von ihm hinterlassenen Vermögens entnommen werden soll.

Dem Wunsche des Stifters gemäß hat die philosophische Fakultät der Universität Göttingen das Ehrenamt übernommen, als ausschlaggebende Jury für die Zuerkennung des Preises zu fungieren.

Zum 11. (elften) Male ist nun in diesem Jahre in sinngemäßer Auslegung des Testaments der Preis verliehen worden, und zwar im Betrage von

M. 11 000.— **Elf Tausend Mark**

an Herrn Professor **Dr. A. Einstein**

Mitglied d. kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften für seine bedeutungsvollen Arbeiten über die Theorien der Gravitation, die, im Jahre 1911 begonnen, in den letzten beiden Jahren zu einem gewissen Abschluß gekommen sind.

Nachdem frühere Versuche einer mechanischen oder elektromagnetischen Theorie der Gravitation, insbesondere auch der Erklärung der rätselhaften Identität von gravitierender und träger Masse sowie merkwürdiger Singularitäten in der Bewegung des Planeten Merkur ohne durchschlagenden Erfolg geblieben waren, hat Einstein die ganze Frage durch Einordnung in die von ihm 1905 geschaffene allgemeine Relativitätstheorie auf eine völlig neue Grundlage gestellt, damit nicht nur jene alten Rätsel gelöst, sondern auch ungeahnte neue Beziehungen zwischen Gravitation und Elektromagnetismus, resp. Optik gewonnen, die größtes Interesse erwecken. Es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß diese Arbeiten Einsteins einen Markstein in der Entwicklung der Theorie der Gravitation, dieses zwar ältesten, aber seit mehr als 200 Jahren nur unwesentlich geförderten Gebietes der Physik bezeichnen werden.

Hamburg, 28. März 1918.

Die Verwaltung
der Otto Vahlbruch Stiftung.

(135)

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Max Eyth

Ein kurzgefaßtes Lebensbild
mit kurzen Auszügen aus seinen Schriften

von

Dipl.-Ing. Carl Weihe,

Frankfurt a. M.,

nebst Neudruck von

„M. Eyth, Wort und Werkzeug“

Preis gebunden M. 2.40

Soeben erschien:

Max Maria von Weber

Ein Lebensbild eines Dichter-Ingenieurs
mit Auszügen aus seinen Werken

von

Dipl.-Ing. Carl Weihe

Frankfurt a. M.

nebst Erstdruck des Aufsatzes

„Unter den Wassern und in den Lüften“

von Max Maria von Weber

Mit 2 Bildern

Preis broschiert M. 2.40

Teuerungszuschlag a. geh. Bücher 20%, a. geb. Bücher 30%.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Prospekt zu Diensten.

Der Wettkampf zweier Weltanschauungen in der Physik¹⁾.

Von Privatdozent Dr. Stanislaw Loria, Krakau.

Inhalt: I. Thermodynamische Weltanschauung. II. Das Weltbild der Atomistik. III. Der Konflikt und das Problem. IV. Die Lösung des Problems.

I.

Thermodynamische Weltanschauung.

§ 1. Gegen Mitte des XIX. Jahrhunderts legten R. Mayer, Joule und Helmholtz den Grundstein unter den monumentalen, unverwüstlichen Bau der Thermodynamik. Sie formulierten das Prinzip der Erhaltung der Energie, stellten die Unmöglichkeit des „Perpetuum mobile“ fest und fanden somit den Schlüssel, der die Bilanz der Einkommen und Ausgaben in der ewig tätigen Werkstätte der Natur zu entziffern gestattet. Jedem Körper bzw. jedem Körpersystem kann eine, nur von seinem augenblicklichen Zustande abhängige Zahl (E) zugeordnet werden. Sie stellt seinen momentanen Energievorrat dar. Ihre Änderung darf als Maß der dem System zugeführten oder von ihm gelieferten Arbeit, der von ihm verausgabten bzw. absorbierten Wärme angesehen werden.

Aber schon in den Jahren 1850 und 1852 bemerkten Clausius und Kelvin, daß der Satz von der Erhaltung der Energie allein zur Bestimmung des tatsächlichen Weltgeschehens nicht ausreichen kann. Es wäre diesem Prinzip gemäß nicht unmöglich, daß ein Stein, anstatt zu fallen, sich aus eigenem Antriebe in die Höhe erhebe; nur müßte die dann aufgespeicherte Energie durch entsprechende Wärmeabgabe kompensiert werden. Es widerspricht auch keineswegs dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, daß ein heißer Körper der kälteren Umgebung Wärme entziehe und auf

ihre Kosten sich noch höher erhitze, oder daß Luft sich in einem Raume selbständig verdichte und den Energiezuwachs durch entsprechende Abkühlung vergüte.

§ 2. In der gewöhnlichen, alltäglichen Erfahrung treten jedoch derartige Erscheinungen nie auf. Alles was sich in unserer Umgebung abspielt, alles was in Zeiträumen, welche mit der Lebensdauer eines Individuums, einer Generation oder der ganzen Menschheit vergleichbar sind, in der materiellen Welt geschieht, ist irreversibel. Was sich einmal zugetragen hat, kann nie wieder spurlos rückgängig gemacht werden. Der Verlauf der Erscheinungen in der Natur spielt sich in einer Richtung ab; und wenn die Wissenschaft ein treues Bild des Naturgeschehens liefern soll, so muß sie auch die Richtung anzugeben wissen, in der sich die Zustandsänderungen eines geschlossenen, von der übrigen Welt isolierten und sich selbst überlassenen Systems in lückenloser Kette abspielen werden. Ein solches System wird, sofern es sich nicht etwa zufällig von Anfang an im indifferenten Gleichgewichtszustande befindet, mit der Zeit solchen Veränderungen unterliegen, als ob es auf vorgeschriebenem Wege einem bestimmten Endziele zustrebe. Clausius und Kelvin berufen sich auf die Beobachtung und stellen fest, daß bei diesen Veränderungen der Wärmeübergang immer nur vom heißen zum kalten Körper vor sich geht, daß kein arbeitender Motor auf Kosten der dem Kühler entnommenen Wärme getrieben werden kann. Auf diese Beobachtung stützen sie weiterhin die Behauptung, daß es möglich ist, die aufeinander folgenden, aber in bezug auf Energieinhalt einander äquivalenten Zustände des Systems gesetzmäßig zu numerieren. Es genügt zu diesem Zwecke, das System vom Anfangszustande in einen beliebigen der nächstfolgenden möglichen Zustände auf umkehrbarem, fiktivem Wege (Carnot) zu überführen. In entsprechenden Übergangsstadien muß man dann dem System gewisse Wärmemengen zu- oder abführen. Notiert man alle diese Wärmemengen als Einkommen bzw. Ausgaben, dividiert jeden Posten durch die Temperatur (T), bei welcher diese Transaktion erfolgte und zieht endlich die Bilanz des ganzen Unternehmens, so bekommt man für jeden Zustand des Systems eine Zahl (S), die um so größer ausfällt, je kleiner das T war.

$$S = \sum \frac{Q}{T}$$

Diese Zahl bezeichnet man nach Clausius mit dem Namen Entropie. Sie erlaubt das sogenannte zweite Prinzip der Thermodynamik in einem Satze zu formulieren. Er besagt: Ein geschlosse-

¹⁾ In einem der früheren Hefte dieser Zeitschrift (H. 50, 11. Dez. 1917) hat Herr A. Einstein dem unlängst verstorbenen polnischen Physiker M. v. Smoluchowski einen warmen Nachruf gewidmet und seine Verdienste für die Entwicklung der modernen Atomlehre hervorgehoben. Die Abhandlungen v. Smoluchowskis können, infolge ihrer mathematischen Ausstattung, nur von Fachphysikern studiert werden. Die Grundideen aber und insbesondere die wichtigsten Ergebnisse seiner theoretischen Betrachtungen können jedem Naturforscher, welcher mit den allgemeinen Prinzipien der Physik vertraut ist, zu eigen gemacht werden. Auch bieten die dort behandelten Probleme jedem wissenschaftlich Denkenden so viel allgemein-philosophisches Interesse, daß es mir geboten schien, sie in populärer Form einem größeren Leserkreise zugänglich zu machen. Das Verzeichnis sämtlicher Abhandlungen v. Smoluchowskis findet der Leser in dem Aufsatz von A. Sommerfeld, Phys. Zeitsch. Bd. 18, Nr. 22, S. 4.

nes, von der übrigen Welt abgesondertes, sich selbst überlassenes System kann nur in einen solchen Zustand übergehen, dessen Entropie größer ist als die Entropie des Anfangszustandes.

§ 3. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik wurde bekanntlich bald zu einem der mächtigsten Werkzeuge der Physik und Chemie. Mit seiner Hilfe wurde in den Jahren 1873—1889 die moderne physikalische Chemie geschaffen. Unter dem Banner der sog. Energetik sammelte sich eine zahlreiche Schar der Repräsentanten exakter Naturforschung. Insbesondere den Chemikern schien diese neue, mit allen Hilfsmitteln mathematischer Analysis ans Werk gehende, in den Verlauf der chemischen Prozesse eindringende und überaus fruchtbare Forschungsmethode besonders verlockend. Unter dem Zauber ihrer Erfolge fiel es ihnen nicht schwer, ihre erprobte, gestern noch einzige Führerin, die alte, verdienstvolle Atomtheorie, gänzlich zu vergessen (*Ostwald*).

II.

Das Weltbild der Atomistik.

§ 4. Die moderne Atomlehre verdankt nur ihren Namen den alten Griechen. Ihr Inhalt ist neueren Ursprungs. *Gassendi*, *Boyle* und *Daniel Bernoulli* haben an ihren Grundlagen gearbeitet; *Dalton* und *Avogadro* bildeten sie zu einer wissenschaftlichen Theorie aus; nach *Berzelius* war sie zur Alleinherrscherin auf dem Gebiete der Chemie geworden.

Diesem raschen Aufschwung folgte zu Ende der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts ein Stadium vorübergehenden Stillstands. Die Aufstellung des Satzes von der Erhaltung der Energie bildete auch für die Atomtheorie den Anfang neuer Blüte. Wärme und Bewegung sind nicht nur äquivalent — hieß es für die Atomisten —, sie sind identisch. Was sich als Wärme in der Erscheinungswelt den Sinnen darbietet, ist Bewegung, und zwar Bewegung der Atome oder Moleküle materieller Körper. Diese Auffassung vereinfacht in willkommener Weise die Aufgaben der physikalischen Theorie aller Wärmeerscheinungen. Denn von diesem Standpunkte aus genügt es, anzunehmen, daß zwischen den Molekülen der Materie lauter Positionskräfte nach einem bestimmten Gesetze wirken, — um jede Gesamtheit materieller Körper als ein rein mechanisches System betrachten zu können. Dieses System wird dann zwar sehr kompliziert, denn es muß als aus einer überaus großen Anzahl von Teilchen bestehend gedacht werden. Es wird aber dennoch unserem Verständnis näher gerückt, weil es nur bekannten, einfachen Gesetzen der klassischen Mechanik gehorcht. Die Aufgabe der Wärmetheorie wird von diesem Standpunkte aus als gelöst betrachtet werden, wenn es gelingt, alle den Zustand des Systems charakterisierenden Größen, wie etwa Dichte, Druck, Temperatur, Energie und Entropie, kinetisch zu interpretieren.

§ 5. Es ist allgemein bekannt, daß dieses Programm nur in bezug auf flüssige Körper und insbesondere auf Gase vollständig durchgeführt worden ist. *Joule* und *Krönig*, *Clausius* und *Maxwell* arbeiteten planmäßig an diesem Werke. Sein Inhalt ist in der einfachen Formel der Zustandsgleichung eines idealen Gases enthalten. Es sei m die Masse und c die Geschwindigkeit jedes Teilchens. Wir wollen mit N die Anzahl der Teilchen in einer Grammolekel eines idealen Gases und mit V ihr Volumen bezeichnen. Dann wird bekanntlich die Dichte dieses Gases durch

$$\rho = \frac{Nm}{V} \quad (1)$$

sein Druck bei konstanter Temperatur durch

$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm c^2}{V} \quad (2)$$

ausgedrückt werden. Die Berechnung des sog. mittleren Geschwindigkeitsquadrats \bar{c}^2 wird durch das berühmte *Maxwellsche* Verteilungsgesetz ermöglicht.

Maxwell hat uns gelehrt, den Sinn dieser Zustandsgleichung (2) von einem anderen Standpunkte aus zu erfassen: Denken wir uns jedes, auf zickzackförmiger Bahn sich beständig hin- und herbewegendes Teilchen mit einem mikroskopischen Beobachter besetzt; geben wir allen diesen fiktiven Beobachtern den Auftrag, in bestimmten Zeitintervallen die Geschwindigkeit ihrer Fahrzeuge zu registrieren. Während der abenteuerlichen, durch zahlreiche Zusammenstöße gestörten Reise wird die Geschwindigkeit jedes Teilchens recht beträchtlichen und plötzlichen Änderungen unterliegen. Auf Grund der Rapporte unserer fiktiven mitreisenden Beobachter wären wir aber imstande, den Mittelwert der kinetischen Energie jedes Teilchens für eine längere Zeitperiode zu bestimmen. Es würde sich dann zeigen, daß diese mittlere kinetische Energie

$$K = \frac{1}{2} m c^2$$

für alle Teilchen gleich ist. Demnach kann der Druck auch durch

$$p = \frac{2}{3} \frac{N K}{V}$$

ausgedrückt werden, und der Vergleich dieser Formel mit dem empirisch bestätigten Ausdrucke

$$p = \frac{R T}{V}; \quad R = 8,3 \cdot 10^7$$

erlaubt

$$K = \frac{3}{2} R T$$

als Maß der Temperatur zu interpretieren. Die Gesamtenergie unseres Gases ergibt sich, durch einfache Multiplikation dieser Größe mit N :

$$E = K N = \frac{3}{2} R T.$$

Boltzmann bemerkte, daß im Protokoll unseres fiktiven, mikroskopischen Beobachters noch mehr Wissenswertes enthalten ist. War nämlich die Temperatur des Gases gleichmäßig und konstant,

so wird das Zahlenregister ein Bild vollkommener Unordnung darbieten. Der Wert und die Richtung der Geschwindigkeit jedes Teilchens ändert sich dann vollständig regellos, weil jedes Teilchen dem blinden Zufall preisgegeben ist. Wären sogar zu Anfang die Moleküle geordnet gewesen, z. B. alle rascheren am Boden, alle langsameren in oberen Schichten gesammelt, so müßte dennoch in dem sich selbst überlassenen Systeme diese Ordnung recht bald durch Zusammenstöße gestört werden: Das unter Arbeitsaufwand geordnete System würde dann von selbst zur Unordnung zurückkehren.

Statistische Überlegungen belehren, daß ein Zustand des Systems, in welchem die Teilchen irgendwie geordnet sind, im Durchschnitt viel unwahrscheinlicher ist als der Zustand völliger Unordnung. *Ein geschlossenes, von der übrigen Welt isoliertes, sich selbst überlassenes System wird demnach von durchschnittlich weniger wahrscheinlichen zu mehr wahrscheinlichen Zuständen übergehen.* Laut dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik wird die Zustandsänderung dieses Systems durch das Wachsen der Entropie bestimmt. Zwischen Entropie (S) und Wahrscheinlichkeit (W) eines Zustandes muß demnach eine einfache Beziehung bestehen, die nach Boltzmann durch die Formel

$$S = \frac{R}{N} \log W$$

ausgedrückt wird. Durch diese Beziehung wurde die kinetische Interpretation der Entropie gewonnen. Damit war das Programm der kinetischen Wärmetheorie, im Prinzip wenigstens, restlos vollführt.

§ 6. Die Atomtheorie erwies sich bald als ebenso leistungsfähig wie die Thermodynamik: Ihre Methoden, Behauptungen und Gesetze genügten zur Erklärung empirisch festgestellter Eigenschaften der Gase, ihrer Ausdehnung, Kompressibilität, Wärmeleitung, innerer Reibung und Diffusion. Besonders wertvoll erschien aber die Atomistik wegen ihrer heuristischen Vorzüge. Einige Erscheinungen, die als Konsequenz der Theorie vorausgesagt worden waren, konnten „a posteriori“ experimentell erwiesen werden. Die Feststellung der Tatsache, daß der Reibungskoeffizient eines Gases von seiner Dichte unabhängig ist, ebenso wie der richtig berechnete Wert der spezifischen Wärme des Quecksilberdampfes wurden mit Recht als Triumph der Atomtheorie gepriesen.

III.

Der Konflikt und das Problem.

§ 7. Gegen das Jahr 1880 stand also die kinetische Gastheorie als mächtige und ebenbürtige Rivalin der Thermodynamik gegenüber. Um diese Zeit aber begann sich gegen die Atomistik eine immer stärkere Opposition fühlbar zu machen. Zuerst waren es die Erkenntnistheoretiker, die ihr

mit metodologischen und philosophischen Argumenten entgegentraten. Sie hielten die Grundhypothesen der Atomtheorie für allzu problematisch; es beunruhigte sie der Antropomorphismus des ihr unentbehrlichen Kraftbegriffes; als ein „circulus vitiosus“ erschien ihnen das Bestreben, die Eigenschaften der Materie durch Atombewegungen erklären zu wollen. „Atome“, — so etwa führten sie aus — „die nie gesehen, nie unmittelbar beobachtet werden können, sind ja nur eine Fiktion, ein Gebilde wissenschaftlicher Phantasie, kleine, zierliche Bausteine, die sich der Gelehrte ausgedacht hat, um aus ihnen nach Belieben mosaikartige Bilder seiner Theorien zusammenzulegen. Diese ‚Bilder‘ und ‚Modelle‘ können wohl manchmal recht geschickt eine Erscheinung illustrieren, sind aber nie als ihre notwendige, geschweige denn ihre einzig mögliche Erklärung zu betrachten. — Wer den modernen Anforderungen exakter Naturforschung genügen will, der nehme sich die Methoden der Thermodynamik und der Maxwell-Hertzschen Theorie elektromagnetischer Vorgänge zum Muster. Ohne geheimnisvolle ‚Kräfte‘, ohne ‚Atome‘, ohne alle Hilfsmittel der mechanisierenden Physik, erlauben diese Doktrinen die unmittelbar beobachtbaren Eigenschaften materieller Systeme durch gewisse Konstanten zu charakterisieren und den Verlauf der zu erforschenden Vorgänge durch Differentialgleichungen naturgetreu zu beschreiben. Durch dieses Verfahren wird das Ziel aller Naturforschung, eine nüchterne, klare, exakte — nach Kirchhoffs und Machs berühmter Aussage — möglichst einfache, kurzgefaßte, ‚ökonomische‘ Schilderung des Naturgeschehens, auf unmittelbarem Wege erreicht.“

Jeder Naturforscher erinnert sich noch lebhaft an den heißen Kampf um Prinzipien der Forschung, der vor etwa 20 Jahren das Interesse aller wissenschaftlich Arbeitenden erweckte. Heute wissen wir, daß es sich damals meistens um Mißverständnisse gehandelt hat; daß der Ursprung der Meinungsverschiedenheit in bezug auf die Aufgaben einer wissenschaftlichen Theorie in dem Unterschiede der Temperamente und der intellektuellen Eigenschaften der Wissenschaftler selbst zu suchen war. Es ist uns klar, daß alle oben erwähnten Einwände nur gegen die Mittel und Wege der Forschung, nicht gegen den Wert der Theorien selbst gerichtet werden durften. Aber vor 20 Jahren war es anders. Damals trugen diese Einwände nicht wenig dazu bei, daß die Atomistik „als eine naive, kindische, zumindest entbehrliche Hypothese“ bezeichnet worden ist (Mach).

§ 8. Bedenklicher war der Einwand, mit dem die Physiker der Atomistik entgegentraten. Alle mechanischen Vorgänge, auf die, laut der kinetischen Theorie, auch Wärme zurückgeführt werden soll — sind reversibel. Jeder augenblickliche Zustand eines Systems von diskreten Teilchen, deren Lagen und Geschwindigkeiten

bestimmt sind, kann sich ebensowohl in der gegebenen, wie auch in der ganz entgegengesetzten Richtung verändern. Es genügt, in einem beliebigen Momente die Richtung aller Geschwindigkeiten einfach umzukehren, um das System gewissermaßen rückwärts in seinen Anfangszustand zurückzubringen.

Demgegenüber sind alle Wärmeerscheinungen irreversibel. Zwei einander berührende Stücke eines Metalls von derselben Temperatur werden nie selbständig verschiedene Temperaturen annehmen. Man könnte also meinen, daß zwischen einer Wärme- und einer mechanischen Erscheinung ein prinzipieller Unterschied besteht: daß sich Wärme auf Bewegung überhaupt nicht zurückführen läßt. — Wenn *Boltzmann* hervorhebt, daß die Wärmebewegung ungeordnet, zufällig ist, so müßte er auch zulassen, daß zufällig manchmal alle Moleküle eines Körpers gleich gerichtet werden könnten; dann müßte sich aber der Körper auf Kosten seiner Wärme, also dem Satze vom Wachsen der Entropie zuwider, von selbst bewegen. Bei ganz zufälligen Bewegungen der Teilchen einer Mischung von Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen könnte es auch manchmal vorkommen, daß sich alle Sauerstoffteilchen in einer, alle Stickstoffteilchen in gerade entgegengesetzter Richtung bewegen. Die Mischung würde sich dann von selbst entmischen — ein Vorgang, der offenbar dem zweiten Hauptsatze der Thermodynamik widerspricht und demnach als unmöglich gilt.

§ 9. *Boltzmann* bemühte sich, zu zeigen, daß der Widerspruch nur scheinbar ist; daß solche, dem zweiten Hauptsatze der Thermodynamik widersprechende Erscheinungen in der Tat möglich, aber äußerst unwahrscheinlich sind. Die Entmischung von Sauerstoff und Stickstoffmolekülen in 1 cm³ Luft ist z. B. 10¹⁹-mal unwahrscheinlicher als ihre gleichmäßige Verteilung. Die Irreversibilität thermischer Vorgänge ist nur vorgetäuscht durch den statistischen Charakter aller Erfahrungsgesetze, der es eben mit sich bringt, daß immer nur Mittelwerte zum Ausdruck gelangen, während alle zufälligen Abweichungen sich verwischen oder unmerklich bleiben.

Aber weder die Berechnungen, noch die feinsinnigen Betrachtungen *Boltzmanns*¹⁾, in denen er auf die Möglichkeit hinweist, der hoffnungslosen Konsequenz der Thermodynamik, dem Wärmetode auszuweichen, waren beweiskräftig genug, um die Kritiker zu überzeugen.

Die kinetische Theorie galt als überwunden. Ihr Konflikt mit der Thermodynamik blieb zwar unaufgeklärt, schien aber immer weniger Interesse zu erregen. Die Atomistik war — wie sich *Boltzmann* ausdrückt — „aus der Mode gekommen“.

IV.

Die Lösung des Problems.

§ 10. Bald aber änderte sich wieder die Stimmung.

Die Entwicklung der *Lorentzschen* Elektronentheorie, die Untersuchungen *J. J. Thomsons* und seiner Schüler über den Elektrizitätsdurchgang durch Gase, die Entdeckung der Kathoden- und Kanalstrahlen, die radioaktiven und photoelektrischen Erscheinungen usw. brachten neue Beweise der Leistungsfähigkeit atomistischer Denkweise in der Physik.

Boltzmanns Schüler und Anhänger, die ihrer Neigung zur Spekulation nicht widerstehen konnten, aber angesichts der allgemeinen Abneigung gegen derartige „naive“ Theorien sich unlängst noch zögernd mit der Publikation ihrer Beiträge zurückhielten, — fanden jetzt plötzlich wieder wohlwollende, aufmerksame Zuhörer. Wie ein Manifest einer zur Macht wiederkehrenden kleinen Schar treuer Jünger der Atomistik erschien im Jahre 1904 die *Boltzmann-Festschrift*. Sie brachte u. a. die Abhandlung *M. v. Smoluchowskis* „Über die Unregelmäßigkeiten in der Verteilung von Gasmolekülen und deren Einfluß auf Entropie und Zustandsgleichung“.

§ 11. Der Verfasser wendet sich unmittelbar dem Probleme des Konfliktes der Atomistik mit der Thermodynamik zu. Er sieht ein, daß der von den Physikern erhobene Einwand unrichtig, daß *Boltzmanns* Antwort zutreffend war. Sie erschien den Kritikern wenig überzeugend, weil sie tatsächlich nicht ausreichend ist. In Anbetracht der großen Anzahl von Teilchen, die nur als Gesamtheit während verhältnismäßig kurzer Zeit zur Beobachtung gelangen, ist es wirklich kaum zu erwarten, daß seltene, unwahrscheinliche, der Thermodynamik widersprechende Erscheinungen deutlich hervortreten. Aber dieses Argument wird erst dann als überzeugend gelten dürfen, wenn es uns gelingt, nachzuweisen, daß solche Erscheinungen wirklich existieren, wenn wir ein Beispiel anzugeben wissen, in dem ein sog. irreversibles Phänomen in umgekehrter Richtung vor sich geht. Wer solche Beispiele finden will, der muß sie in Systemen suchen, die aus verhältnismäßig kleiner Anzahl von Teilchen bestehen. Er muß die gewöhnlichen makroskopischen Beobachtungsmethoden durch mikroskopische ersetzen; nicht nach den Vorgängen in der Gesamtheit von Teilchen, sondern nach dem Schicksal einzelner Individuen fragen. Ein Mikroskop, durch welches wir ein und dasselbe Teilchen längere Zeit hindurch verfolgen könnten, würde uns alles das offenbaren, was im Protokoll unseres fiktiven Beobachters enthalten war, aber bei makroskopischer Beobachtung sich der Aufmerksamkeit entzog. Es würde uns nämlich diese „unwahrscheinlichen“ Abweichungen vom Durchschnitt zeigen, die sich als kleine Schwankungen um den Mittelwert der Zahl, der Verrückung oder

¹⁾ *L. Boltzmann*, Vorlesungen über Gastheorie II, S. 257 u. f. (1896).

der Geschwindigkeit der Teilchen kundgeben und unter geeigneten Bedingungen festgestellt werden müßten.

§ 12. Stellen wir uns ein mit Gas unter normalen Bedingungen gefülltes, geschlossenes Gefäß vor. Das Gas möge sich im thermodynamischen Gleichgewichte befinden und einfachheitshalber der Wirkung der Schwere entzogen gedacht werden. Wir denken uns in der Mitte des Gefäßes einen unsichtbaren Würfel von 1 cm^3 Volumen angebracht, und fragen nach der Zahl der Teilchen, die sich innerhalb der Wände dieses Würfels befinden. Die kinetische Theorie gibt auf diese Frage eine ganz bestimmte Antwort: $2,76 \cdot 10^{19}$.

Wenn wir aber bedenken, daß die Gasteilchen in beständiger, unregelmäßiger Bewegung sind, daß durch die gedachten Wände unseres Würfels immer andere Individuen hinein- und hinausgehen, daß die Lage, der Wert und die Richtung der Geschwindigkeit jedes Teilchens infolge der Zusammenstöße ganz zufälligen Änderungen unterliegen, — dann werden wir geneigt sein, zuzugeben, daß der oben genannten Zahl nur die Bedeutung eines Durchschnittswertes beizulegen ist. Die Anhäufung der Teilchen im Würfel wird sich in der Tat von Moment zu Moment ändern, jetzt etwas größer, dann wieder kleiner sein und die Abweichung vom Durchschnitt kann manchmal, zufällig, recht beträchtlich werden.

Smoluchowski zeigte, daß man mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung den Mittelwert dieser Abweichung vom normalen Durchschnitt berechnen kann. Wenn nämlich v die „normale“, n die momentane, faktisch im Würfel sich befindende Zahl von Teilchen bezeichnet, so ist der „Abweichungsgrad“ oder die „Verdichtung“ durch

$$\frac{n - v}{v} = \delta$$

und ihr Mittelwert durch

$$\sqrt{\delta^2} = \frac{1}{\sqrt{v}}$$

gegeben. Die Wahrscheinlichkeit, daß gerade n Teilchen sich in einem bestimmten Raume befinden, wird durch die einfache Formel

$$P(n) = \frac{v^n e^{-v}}{n!}$$

ausgedrückt. Die Brauchbarkeit dieser, durch statistische Überlegungen abgeleiteten Formeln für die Kolloidchemie ist in der letzten Zeit von mehreren Beobachtern durch direkte Zählung mikroskopischer und ultramikroskopischer suspendierter Teilchen erwiesen worden; sie werden jetzt auch vielfach und mit Vorteil zur Untersuchung physikalischer Eigenschaften disperser Systeme verwendet¹⁾.

¹⁾ *Th. Svedberg*, Zeitschr. f. phys. Chem. 77, 147 (1911).

B. IJijn, ebenda 83, 592 (1913).

R. Constantin, C. R. 158, 1341 (1914).

A. Westgren, Archiv f. Mat. Svensk. Vet. Akad. II, Nr. 8 (1916).

§ 13. Wenn demnach die Dichte des Gases beständigen Fluktuationen unterliegt, so müssen alle Formeln und alle Gleichungen der kinetischen Gastheorie, in welchen die Dichte als Faktor vorkommt, revidiert bzw. korrigiert werden. Das gilt sowohl für die Zustandsgleichung eines idealen, insbesondere aber eines nichtidealen Gases, wie auch für den Ausdruck seiner Entropie. Die Diskussion der entsprechend korrigierten *van der Waalschen* Zustandsgleichung zeigte, daß durch die Anwesenheit einer Attraktionskraft zwischen den Molekülen die Wahrscheinlichkeit lokaler Verdichtungen vergrößert wird und daß in der Nähe des kritischen Zustandes der Betrag des Abweichungsgrades gewaltig zunimmt. *Smoluchowski* erkannte, daß durch diese beträchtlichen Fluktuationen der Dichte sich das Phänomen der Opaleszenz, welches in der Nähe des kritischen Zustandes in Gasen und binären Mischungen aufzutreten pflegt, in zwangloser Weise erklären läßt. Die *Rayleighsche* Theorie der Opaleszenz beruhte bekanntlich auf der Annahme einer optischen Inhomogenität des trüben Mediums. Die Strahlungsenergie wird nämlich durch Beugung an kleinen Körnern nach allen Seiten zerstreut; das auffallende Bündel erweist sich infolgedessen nach dem Durchgang durch eine Schicht des Mediums geschwächt; diese „Auslöschung“ erfolgt nach einem Exponentialgesetz, und der Exponent, welcher als Maß der sog. Extinktion gilt, hängt sowohl von dem Brechungsexponenten der Körner, wie auch von dem des reinen Mediums ab. *Smoluchowski* machte die Voraussetzung, daß die optische Inhomogenität des Mediums in der Nähe des kritischen Zustandes lediglich auf lokale Schwarmbildung von Molekülen zurückzuführen ist. Auf Grund dieser Annahme berechnete er den Extinktionskoeffizienten und fand einen Ausdruck, der später von *Einstein* näher theoretisch begründet werden konnte. Diese Theorie der Opaleszenz ist von *Kamerlingh-Onnes* und *Keesom* im flüssigen Äthylen und von *Friedländer* in binären Mischungen experimentell geprüft und bestätigt worden.

Es sei nebenbei bemerkt, daß die *Smoluchowskische* Extinktionsformel, auf ideale Gase angewendet, zu der bekannten Gleichung¹⁾ führt, auf der die *Rayleighsche* Theorie des Himmelsblaus beruht. Die letzte kann demnach als ein Spezialfall der allgemeinen, auf die Tatsache der experimentell erwiesenen Schwarmbildung gestützten Theorie der Opaleszenz angesehen werden.

§ 14. Ähnliche Schwankungen, wie die der Dichte, müßten sich auch an anderen Zustandsparametern des Gases nachweisen lassen. Um z. B. die Schwankungen des Druckes festzustellen, müßte man die Verrückungen einer einzelnen Gas-molekel während längerer Zeit verfolgen können. Es gibt kein Mikroskop, welches einzelne Moleküle zu unterscheiden gestattet. Denken wir uns

¹⁾
$$h = \frac{32}{3} \frac{\pi^3}{n \lambda^4} (\mu_0 - 1)^2$$

aber im Schwarm unsichtbarer Flüssigkeits- oder Gasmoleküle ein Körnchen Materie verirrt, groß genug, um unter dem Mikroskop gesehen zu werden, aber dennoch so klein, daß es dem Antriebe allseitiger Stöße wie ein Spielball zu folgen vermag. Beständig hin- und hergestoßen, wird es offenbar selbst unregelmäßige, zuckende Bewegung ausführen müssen.

Diese Bewegung wird viel einfacher sein als die Wärmebewegung der Flüssigkeitsmoleküle; jede geradlinige Strecke der Bahn des sichtbaren Teilchens wird schon eine Resultante zahlreicher unsichtbarer Verrückungen darstellen; nichtsdestoweniger darf die beständige, regellose, zuckende Bewegung als Folge der Molekularbewegung selbst erklärt und als ihr vergrößertes Bild aufgefaßt werden. Unter dem Namen „*Brownscher Molekularbewegung*“ war diese Erscheinung schon seit dem Jahre 1827 bekannt und ist auch ähnlich gedeutet worden (*Ch. Wiener, Gouy, Bodaszewski*). *Einstein* und *Smoluchowski* erkannten, daß durch das Studium dieses Phänomens der Widerspruch zwischen der Atomistik und der Thermodynamik aufgeklärt werden kann. Wir wollen den Spuren *Smoluchowskis* folgen.

Er stützt sich auf die Voraussetzung, daß die mittlere kinetische Energie des suspendierten Teilchens, der mittleren kinetischen Energie der umgebenden Moleküle gleich ist. Das suspendierte Teilchen wird demnach gewissermaßen als eine riesige Molekel betrachtet. Man kann demgemäß nach dem Mittelwerte und nach der Wahrscheinlichkeit einer Verrückung des Teilchens in einer bestimmten Richtung während einer bestimmten Zeit fragen. Statistische Berechnungen führen dann zu Formeln, die von allen empirisch festgestellten Eigentümlichkeiten der Brownschen Bewegungen Rechenschaft geben. Sie erlauben z. B. die Beziehung zwischen der Beweglichkeit eines Teilchens und seiner Größe, die Abhängigkeit von der Temperatur und der inneren Reibung der Flüssigkeit in einer quantitativ mit der Erfahrung übereinstimmenden Weise wiederzugeben. Sie führen aber unter anderem auch zum Schluß, daß im Gravitationsfelde die Verteilung der Suspensionsteilchen der Verteilung der Gasdichte in der Atmosphäre entsprechen wird. Diese Konsequenz der Theorie, die in glänzender Weise durch die Erfahrung bestätigt wird, ist von weittragender Bedeutung für unser Problem; sie zeigt, daß die Brownsche Bewegung dem Sinken der Teilchen auf den Boden des Gefäßes entgegenwirkt. Jedes Teilchen der Suspension wird zwar am häufigsten in den untersten Schichten der Flüssigkeit verbleiben; es kann aber auch vorkommen, daß manche Teilchen zufällig in die Höhe gelangen und somit potentielle Energie auf Kosten der kinetischen Energie, d. h. der Wärme umgebender Flüssigkeitsmoleküle, aufspeichern werden.

§ 15. Durch eingehende Diskussion solcher

Beispiele von Vorgängen, welche im Widerspruch mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik stehen, nichtsdestoweniger aber direkt festgestellt und verfolgt werden konnten, gelangte *Smoluchowski* zu einer Konsequenz von weittragender theoretischer Bedeutung. Er erkannte, daß die „par excellence“ irreversible Erscheinung, die wir gewöhnlich als „*Diffusion*“ bezeichnen, in einer engen, inneren Beziehung zu dem Phänomen der „*Brownschen Bewegungen*“ und dem der „*Konzentrationsschwankung*“ steht. Die verschiedenen Benennungen beziehen sich nämlich im Grunde genommen auf denselben physikalischen Vorgang, der nur, von verschiedenen Standpunkten aus gesehen, sich dem Beobachter in verschiedener Erscheinungsform darbietet. Dem Thermodynamiker, der mit verhältnismäßig plumpen Werkzeugen eine makroskopische Untersuchung des Vorganges vornimmt, — erscheint er als *Diffusion*, zu deren Erklärung ein Gefälle „osmotischen Druckes“ hinzugedacht werden muß. Dem Atomistiker dagegen, der durch ein Mikroskop die Einzelheiten des Prozesses verfolgen kann, wird er sich entweder als Brownsche Bewegung oder als Konzentrationsschwankung zu erkennen geben. Ein Beobachter, welcher „diffundierende“ Teilchen unterm Mikroskop verfolgt und seine Aufmerksamkeit dem Schicksal eines individuellen Teilchens zuwendet, — wird von Brownscher Molekularbewegung reden. Derselbe Beobachter wird aber Konzentrationsschwankungen registrieren, wenn er die Zahl der Teilchen, welche sich während bestimmter Zeit, in einem bestimmten Teile des Gesichtsfeldes befinden, zum Gegenstand seiner Untersuchung wählt.

An diesem Beispiele treten die charakteristischen Merkmale der Thermodynamik und Atomistik, als zweier diametral verschiedener wissenschaftlicher Forschungsmethoden, besonders klar zutage. Dort, wo die Thermodynamik durch den Begriff eines „fiktiven“ osmotischen Druckes die „unsichtbaren“ Molekularbewegungen und die „hypothetischen“ Molekularkräfte ersetzt, um damit höchstens das Schema eines durchaus irreversiblen Vorganges zu entwerfen, dort erlaubt die kinetische Theorie, in den inneren Mechanismus der Erscheinung einzudringen und die Ursachen ihrer scheinbaren Irreversibilität zu ergründen. *Smoluchowski* zeigte das an einem Beispiele, dessen Diskussion deswegen so lehrreich ist, weil sie in fast jedem Stadium der Rechnung der Kontrolle des Experimentes unterworfen werden kann.

§ 16. Es handelt sich um die Frage, wie schnell sich die Schwankungen um den Normalzustand abspielen? Wie lange muß man warten, bis sich ein zufälliger, abnormer, unwahrscheinlicher Zustand des Systems zum zweiten Male einstellt? Zur Beantwortung dieser Frage gelangt *Smoluchowski* durch verwickelte statistische Überlegungen, die an ein Beobachtungsprotokoll *Sved-*

bergs anknüpfen. *Svedberg*¹⁾ untersuchte die Konzentrationschwankungen ultramikroskopischer Teilchen einer kolloidalen Goldlösung. Das Gesichtsfeld seines Mikroskops wurde automatisch verdunkelt und für kurze Zeitintervalle, $\frac{1}{33}$ Teil der Minute, periodisch beleuchtet. In dem untersuchten Raume erschienen nacheinander:

1 2 0 0 0 2 0 0 1 3 2 4 . . . usw.

Teilchen. *Svedberg* wiederholte die Beobachtung 518-mal und fand, daß die Zahlen 0 1 2 3 4 5 ziemlich oft vorkommen; es ereignete sich aber während der ganzen Serie von Beobachtungen nur einmal, daß 6 oder 7 Teilchen im untersuchten Raume beisammen waren. Die durchschnittliche Zahl der gleichzeitig anwesenden Goldteilchen lag zwischen 1 und 2. Die Anwesenheit von 7 Teilchen kann demnach schon als eine beträchtliche Abweichung von der Norm gelten. Die Rechnungen *Smoluchowskis* zeigten, daß bei der Geschwindigkeit des *Svedbergschen* Zählungsverfahrens (39 Beobachtungen in der Minute) diese ungewöhnliche Erscheinung durchschnittlich alle 27 Minuten wiederkehren wird. Sollte es sich aber einmal ereignen, daß nicht 7, sondern 17 Teilchen im untersuchten Raume zusammentreffen, so wird die Wiederkehr eines solchen „unwahrscheinlichen“ Zustandes erst nach 500 000 Jahren zu erwarten sein.

Nicht minder lehrreich ist folgendes Beispiel:

Denken wir uns ein mit Luft im Gleichgewichtszustand gefülltes Gefäß. Es ist a priori nicht unmöglich, daß in einem Teile dieses Gefäßes die Konzentration des Sauerstoffs infolge selbständiger Entmischung um 1 % zunimmt. Wie lange müßte man warten, bis dieser unwahrscheinliche Zustand in dem beobachteten Raume wiederkehrt? Die Rechnung zeigt, daß die Wiederkehrszeit sich in bedeutendem Maße mit der Größe des in Betracht kommenden Raumes verlängert.

Wenn wir uns auf einen kugelförmigen Raum vom Radius 10^{-5} cm beschränken, dann wird dieser „abnorme“ Zustand je 10^{-11} Sekunden wiederkehren; er wird also praktisch nicht festgestellt werden können; was als „abnorm“ bezeichnet worden war, wird zum Dauerzustand werden.

In einer Kugel, deren Radius nur 3-mal größer ist, beträgt die Wiederkehrszeit schon 10^6 Sekunden; die Erscheinung wird also praktisch als reversibel gelten. Würde aber dieselbe Beobachtung in einer Kugel von 1 cm Radius angestellt, so müßte der Beobachter auf dieselbe 1-prozentige Konzentrationschwankung des Sauerstoffs 10^{1014} Sekunden warten; sie wäre für ihn, der mit bloßem Auge beobachtet, — praktisch irreversibel.

§ 17. Wir schließen: Die Reversibilität bzw. Irreversibilität darf nicht für eine Eigenschaft gewisser Erscheinungstypen (Diffusion, Wärme-

leitung usw.) angesehen werden. Reversibel erscheint ein Vorgang, wenn sein Anfangszustand eine im Vergleich mit der Beobachtungsdauer kurze Wiederkehrzeit besitzt. Irreversibel erscheint derselbe Vorgang, wenn umgekehrt die Beobachtungsdauer kurz im Vergleich mit der Wiederkehrzeit seines Anfangszustandes ist.

Von diesem Standpunkte aus verschwindet offenbar der Gegensatz zwischen der Atomistik und der Thermodynamik. Der langjährige Streit wird gegenstandslos. Nur in bezug auf praktische Leistungsfähigkeit können beide Theorien miteinander konkurrieren; dann aber fällt das Urteil, vorläufig wenigstens, zugunsten der Atomtheorie aus.

§ 18. Diese Entscheidung nötigt naturgemäß zu weiteren Schlüssen. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik in seiner bis jetzt üblichen Fassung läuft bekanntlich darauf hinaus, daß es unmöglich ist, ein „Perpetuum mobile zweiter Art“, einen Motor, der auf Kosten der Wärme seiner kälteren Umgebung arbeitet, zu konstruieren. Demgegenüber haben wir gesehen, daß ein Teilchen der Suspension auf Kosten der kinetischen Energie umgebender Flüssigkeitsmoleküle, der Schwerkraft entgegen, in die Höhe steigen, also potentielle Energie sammeln kann. Diese Energie könnte man offenbar unter geeigneten Bedingungen in Arbeit umwandeln, d. h. eben einen Motor bauen, der gegen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verstößt. Man müßte zu diesem Zwecke nur eine geeignete Vorrichtung, eine Art Ventil herstellen, welches zufällig verirrte Teilchen an der Rückkehr hindern, die unwahrscheinlichen Ausnahmefälle planmäßig ausnützen und die Arbeitsfähigkeit einzelner, besonders energiereicher Individuen verwerten würde. Im Prinzip ist eine solche mechanische Konstruktion denkbar. Ihre technische Ausführung könnte allerdings an der Herstellung des Hauptbestandteiles, des Ventils, scheitern. Dieses müßte nämlich wegen seiner Zartheit und Empfindlichkeit selbst Brownschen Bewegungen unterliegen.

Mit Recht bemerkt auch *Smoluchowski*, daß ein solcher Motor praktisch wertlos wäre. Manchmal, zufällig würde er seine Arbeit tun; aber seine Leistung wäre Null. Denn je größer die in Arbeit umgewandelte Energiemenge sein sollte, desto länger müßte auf die zufällige, günstige Konjunktur gewartet werden. Praktisch bleibt daher der zweite Hauptsatz der Thermodynamik weiter geltend; — nur seine Formulierung muß etwas strenger und etwas . . . bescheidener werden. Es ist unmöglich, einen Motor zu konstruieren, welcher der kälteren Umgebung Wärme entziehen und auf ihre Kosten *beständig* Arbeit liefern könnte.

Eine unscheinbare Änderung, jedoch von prinzipieller Wichtigkeit, ein einziges Wort, — welches aber die Frucht langjähriger Gedankenarbeit birgt.

Teich- und Flußplankton.

Von Dr. Bruno Schröder, Breslau.

(Schluß.)

III. Teil.

Als der Verfasser 1897 die Schwebepflanzen des Teiches im Botanischen Garten zu Breslau untersuchte, der durch einen unterirdischen Zufluß mit dem Oderstrom in Verbindung steht, fragte er sich, ob auch im freien Stromlaufe der Oder Plankton zu finden sei, und inwieweit gegebenen Falles das Plankton dieses Flusses mit dem jenes Teiches hinsichtlich der Qualität und Quantität der Schwebepflanzen übereinstimmt. Die Vermutung, daß die Planktonorganismen des Teiches im Botanischen Garten größtenteils wohl aus der Oder herstammen müßten, führte den Verfasser zur Entdeckung des Flußplanktons, über das, abgesehen von kleineren Mitteilungen über einige Organismen, bis dahin so gut wie nichts bekannt war.

In dem außerordentlich anregend geschriebenen Werke von F. Schütt über das Pflanzenleben der Hochsee¹⁾ wird angeführt (S. 9), daß die Planktonfänge im Delta des Amazonasstromes eine ziemlich reiche Bazillariaceenflora aufwiesen. Dabei erwähnt Schütt gleichzeitig, daß auch eine im Mündungsgebiete der Elbe entnommene Planktonprobe ähnliche Zusammensetzung zeigt. Im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Fänge an der Mündung großer Ströme fand Schütt in einer Probe aus dem Rhein bei Mannheim keine eigentliche Planktonflora. Genau dasselbe Resultat ergab die Untersuchung einer Planktonprobe oberhalb der Margaretheninsel bei Budapest, die der Verfasser im Juli 1897 in der Mitte des Ofener Donauarmes vom Boot aus entnahm. Von Schenk, der über die Grund- und Ufervegetation des Rheines von Bonn bis Köln schrieb²⁾, wurde behauptet, daß der freie Stromlauf dieses Flusses algenleer sei. Demgegenüber gab Lauterborn³⁾ an, daß er im fließenden Wasser des Rheines bei Ludwigshafen in der Pfalz zu verschiedenen Jahreszeiten echte Planktonalgen, die früher nur in Binnenseen gefunden wurden, entdeckt habe. Wie verhielten sich nun diese positiven Funde von Lauterborn zu den negativen von Schütt an der fast gleichen Örtlichkeit? In einer Abhandlung über die Vegetation der Wasserleitung in Budapest spricht Istvánffy⁴⁾ von einem Plankton des freien Donaustromes, ohne aber nähere Angaben

darüber zu machen. Wie verhielt sich das mit dem Befunde des Verfassers? Dieses Rätsel löst sich durch folgende Tatsache: Als der Verfasser in der Donau Plankton fischte, waren 2—3 Tage vorher, wo er sich in den Karpathen aufhielt, große Regengüsse im dortigen Tatra-, Neutra- und Liptauergebirge niedergegangen, also im oberen Flußgebiete der Waag, der Neutra und der Gran, die sämtlich oberhalb von Budapest in die Donau münden. Dieser damals stark angeschwollene Strom führte demzufolge viel Schlamm und Gesteinstrümmer mit sich. Von der schönen „blauen Donau“ der Wiener war nichts zu sehen, wohl aber von der „blonden“, wie sie der Ungar mit Vorliebe nennt. Ihr Wasser war allerdings ziemlich aschblond. Das Hochwasser hatte alles Plankton fortgeschwemmt. Ähnliche Verhältnisse im Flußgebiete des Oberrheines mögen auch wohl für den negativen Befund von Schütt im Rhein Veranlassung gewesen sein.

Dem Verfasser kam es 1897 bei seinen Untersuchungen über das Plankton der Oder darauf an, bis ins einzelne genau festzustellen, was an Algen im freien Stromlaufe der Oder sich vorfindet. Er fischte deshalb zunächst vom Juli bis zum November je 8 km unter- und oberhalb von Breslau bei Masselwitz und Neuhaus Planktonproben, und es ergab sich bei deren Durchmusterung mehrfach, daß dieselben von unterhalb dieser Stadt reicher an Individuen waren. Zwischen den Buhnen, wo das Wasser mehr stillsteht, waren die Proben sehr rein, während das mehr in der Mitte des strömenden Wassers gefischte Material mit verwesenden Pflanzen- und Tierresten, feinen Sand- und Tonteilchen usw. verunreinigt war. Im ganzen wurden 47 Arten von Planktonpflanzen festgestellt¹⁾, deren Zahl sich das Jahr darauf auf 65 erhöhte²⁾. Nunmehr vereinigte sich Zimmer mit dem Verfasser, um das Oderplankton ein ganzes Jahr hindurch zu studieren, wobei ersterer den zoologischen Teil³⁾ der Untersuchung übernahm. Mittlerweile hatte Zacharias im Sommer 1897 zwei Kulturteiche in Leipzig, die vorher mit Flußwasser aus der Pleiße angefüllt worden waren, auf Plankton untersucht, und er fand dort ebenfalls eine reiche Schwebewelt von Pflanzen und Tieren vor⁴⁾. Zacharias hatte durch Schmula von des Verfassers Bearbeitung des Oderplanktons gehört und beeilte sich nun, nicht rückständig zu bleiben. Er ließ sich von dem Genannten Plankton aus der Oder bei Oppeln senden und sah auch Proben aus der Schlei (bei Schleswig), aus der Unter-Eider, der Trave, der Peene, der Lahn, der Havel und der Dahme allerdings ziem-

¹⁾ Schütt, F., Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel und Leipzig 1893.

²⁾ Schenk, H., Über die Bedeutung der Rheinvegetation für die Selbstreinigung des Rheines, in Centralblatt f. Gesundheitspflege 1893.

³⁾ Lauterborn, R., Über das Vorkommen der Diatomeengattungen *Attheya* und *Rhizosolenia* in den Altwassern des Oberrheines, in Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. 1896, Bd. 14, Berlin 1897.

⁴⁾ Istvánffy, G., Die Vegetation der Budapester Wasserleitung, in Botanisches Centralblatt, 16. Jahrg. Cassel 1895.

¹⁾ Schröder, Br., Über das Plankton der Oder, in Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. 15, Berlin 1897.

²⁾ Schröder, Br., Das pflanzliche Plankton der Oder, in Forschungsber. v. Plön Bd. 7, Stuttgart 1899.

³⁾ Zimmer, C., Das tierische Plankton der Oder, in Forschungsber. v. Plön Bd. 7, Stuttgart 1899.

⁴⁾ Zacharias, O., Das Potamoplankton, in Zool. Anzeiger Bd. 21, Leipzig 1898.

lich flüchtig durch und kam¹⁾ ebenfalls zu dem Ergebnis (S. 41 in Sep.), „daß es ein wirkliches Potamoplankton gibt und daß in der Pflanzenwelt desselben die Bacillariaceen eine bedeutende Rolle spielen“. Gleichzeitig hatte Strohmeier für das Plankton der Elbe bei Hamburg festgestellt²⁾, daß auch dort die Bacillariaceen vorwiegend seien.

Nunmehr folgte eine ansehnliche Reihe zum Teil stattlicher Publikationen über das Potamoplankton nicht nur aus Deutschland, sondern auch vom Ausland. Steuer gibt in seiner Planktonkunde (S. 418—420) ein ausführliches Verzeichnis davon. Hier seien von untersuchten Flüssen nur Spree, Elbe, Moldau, Weser, Rhein, Donau genannt. Die Wolga, die Newa und andere Flüsse Rußlands, die Themse und einige weitere Flüsse Englands sowie der Yangtsekiang und der Menam in Asien, der Illinois River und der Paraguay in Amerika lieferten ebenfalls Planktonmaterial, das bearbeitet wurde.

Unter anderem wurde auch die Frage nach der Herkunft des Flußplanktons erörtert. Anfangs neigte man der Ansicht zu, daß in den Quellbächen und oberen Flußläufen die Ursprungsstelle des Potamoplanktons zu suchen sei, jedoch konnte sich damals der Verfasser am Zacken im Riesengebirge überzeugen, daß auch nicht die geringste Spur von echten Planktonorganismen in dessen Wasser enthalten ist. Lauterborn³⁾ machte an Bächen und Flüssen, die in den Oberrhein mündeten, ähnliche Beobachtungen. Heut wissen wir, daß die Altwasser, die mit dem Flusse noch oberirdisch verbunden sind, ebenso stille Buchten, Häfen oder das Wasser zwischen den Buchten die Vorratsspeicher für das Flußplankton sind, das durch die Strömung in die Mitte des Flusses hineingerissen wird. Sie versorgen also in erster Linie den freien Stromlauf mit Schwebeformen; je stärker ihre Zufuhr ist, desto größer ist auch der Gehalt des Flußwassers an Plankton. Dort setzen sich auch die Sand- und Schlammteilchen, die der Fluß mitführt, zu Boden, und deshalb ist das Flußplankton an diesen Stellen am reinsten.

Betrachten wir einmal die physikalischen und chemischen Faktoren, welche auf das Leben im Flusse einwirken. Sein Wasser ist mehr oder weniger bewegt, je nach dem Gefälle desselben. Anders braust der Bergstrom als das langsam und oft träge dahinfließende Wasser des Stromes der Ebene. Je weniger stark die Bewegung des Wassers, desto reicher kann sich Plankton entfalten. Man kann im allgemeinen behaupten, daß die Stromgeschwindigkeit und der Reichtum an Plankton im Flusse einander umgekehrt proportional sind, was freilich gewisse Ausnahmen nicht

ausschließt. Der Einfluß der Temperatur ist je nach der Jahreszeit verschieden. Flüsse haben im Sommer kühleres Wasser als flache Teiche, doch kann sich auf ersteren im Winter wegen der Bewegung ihres Wassers nicht so leicht an der Oberfläche Eis bilden als auf stehenden Gewässern. Das aufsteigende Grundeis der Flüsse führt dem Wasser Sand, Schlamm und Bodenbakterien sowie Grundformen der Pflanzen- und Tierwelt zu. Dagegen kann das Licht in ihnen stets bis auf ihren Grund dringen, so daß also alle Teile ihres Wassers durchleuchtet sind. Bergströme, die ihr Wasser aus Urgestein erhalten, werden zwar an Mineralstoffen reicher, an organischer Substanz dagegen ärmer als die Flüsse der Ebene sein, die dazu noch durch Abwässer von menschlichen Wohnorten und industriellen Anlagen mit Nährstoffen bereichert und durch diese, falls sie nicht in zu großer Menge auftreten, produktiver gemacht werden. Der Sauerstoffgehalt wird im Flußwasser bei Anwesenheit von reichem Phytoplankton ein höherer sein als in pflanzenarmen fließenden Gewässern.

Was charakterisiert nun das Potamoplankton? Während das Heloplankton im allgemeinen mehr Zooplankton ist, wird das erstere vorwiegend von Pflanzen, insbesondere von Bacillariaceen, gebildet. Von den Tieren sind im Heloplankton die Krustentiere, im Potamoplankton dagegen die Rädertiere vielfach vorherrschend. Daß in letzterem mehr Pflanzen als Tiere vorkommen, liegt hauptsächlich an den besseren Ernährungsverhältnissen derselben im strömenden Wasser; denn die pflanzlichen Mikroorganismen können ihre Nahrung durch das Chlorophyll unter Einfluß des Sonnenlichtes mittels der Assimilation produzieren und dabei weit im Strome schwebend abwärts geführt werden, ohne ihre Lebensfähigkeit und ihre Vermehrungsfähigkeit einzubüßen. Bei den Tieren des Flußplanktons ist dies nicht der Fall, weil sie nicht genügend vorgebildete organische Nahrung im reinen Flußwasser finden können. Daher treten hier Protozoen, Krustaceen und andere Tiere des Heloplanktons auffallend zurück, und das Flußplankton erscheint relativ tierarm.

Von den Bacillariaceen, die im Oderplankton vorkommen, ist namentlich *Asterionella* am häufigsten. Sie bildet zahlreiche zierliche, 4—12- und mehrstrahlige Sternchen. Fast ebenso häufig sind längere oder kürzere Fäden von *Melosira granulata*, die an ihren Enden oft 1—3 lange, spitze Stacheln tragen, und schmale, stabförmige Nadeln von *Synedra delicatissima*. Außerdem finden sich noch *Diatoma elongatum*, *Fragilaria Krotonensis* und *Stephanodiscus Hantzschianus*, der einen Schwebearrangement von feinen, starren Fäden aus Kieselsäure trägt. Nicht selten finden sich die fast durchsichtigen und deshalb für gewöhnlich unter dem Mikroskop schwer sichtbaren zwei Arten *Attheya* und *Rhizosolenia*. Chlorophyceen sind nicht in solchen Mengen im Oderplank-

¹⁾ Zacharias, O., Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer, in Forschungsber. a. d. biol. Station zu Plön, Teil 6, Abt. 2, Stuttgart 1898.

²⁾ Strohmeier, O., Die Algenflora des Hamburger Wasserwerkes. Leipzig 1897.

³⁾ Lauterborn, R., Die Vegetation des Oberrheines, in Verhandl. d. naturh.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. 4. Heidelberg 1910.

ton anzutreffen. Von ihnen war *Actinastrum Hantzschii* am häufigsten vertreten, deren Kolonien nach dem Prinzip eines Fallschirmes angeordnet sind. Mitunter fanden sich auch *Richteriella botryoides*, *Lagerheimia wratislaviensis* und *Schröderia setigera*, die besondere Schwebekorben tragen, außerdem noch *Dityosphaerium Ehrenbergi* und *Ankistrodesmus falcatus*. Bei den Tieren des Flußplanktons unterschied Zimmer drei Gruppen, nämlich eupotamische, tychopotamische und autopotamische Formen. Zu den ersteren gehören die Planktontiere, „die sowohl im fließenden Wasser des Flusses als auch im stehenden der Teiche, Uferbuchten usw. zusage Lebensbedingungen finden und sich in einem wie dem anderen vermehren“. Sie bilden den Hauptanteil des Zooplanktons und sind Rädertiere. Tychopotamische Planktonten nennt er die, welche nur im stehenden Wasser alle Bedingungen für ihr Leben finden, die aber, wenn sie zufällig in fließendes Wasser geraten, zwar weiterleben, aber sich nicht mehr vermehren können. Dazu gehören Krustaceen. Autopotamische Formen, die augenscheinlich dem Leben im fließenden Wasser angepaßt sind, fand Zimmer in dem Oderplankton nicht, wohl aber ist ein solches Tier im La Plata, dem Paraguay, dem Amazonasstrom und im Wolgagebiet gefunden worden, nämlich *Bosminopsis zernowi*, das allerdings in Japan auch in nichtfließendem Wasser entdeckt wurde, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß es durch Flußwasser in einen Teich hineingekommen ist. Auch unter dem Phytoplankton der Oder fand der Verfasser zwei wahrscheinlich autopotamische Varietäten, nämlich *Actinastrum Hantzschii* var. *fluviale* und *Synedra actinastroides* var. *opoliensis*, die mit Flußwasser auch in stehende Gewässer gelangten, aber dort stets vereinzelt auftraten und deshalb nicht als heloplanktonische Formen gelten können.

Hinsichtlich der Quantität des Potamoplanktons liegen ausreichende Messungen noch nicht vor. Manchmal ist der Planktongehalt der Flüsse unmeßbar klein und z. B. in der Donau bei Wien nach Steuer zeitweise gleich Null. Im Illinois River wurde von Kofoid das monatliche Planktonmittel auf 2,71 cem pro 1 cbm Wasser berechnet. Skorikoff zählte durchschnittlich in $\frac{1}{2}$ l Flußwasser aus der Uferregion 259 Rädertierindividuen und im gleichen Volumen Wasser aus der Flußmitte 411 Exemplare. Nach ihm nimmt die Zahl der Rädertiere nach der Tiefe zu ab, denn er fand an der Oberfläche des Udyflusses 357 Rädertiere, bei 1 m Tiefe 156, bei 2 m 101, bei 3 m 56 und bei 4 m nur 8. Von Einfluß auf die Quantität und die Qualität des Flußplanktons sind die Entstehungsweise des Flusses, die Stromgeschwindigkeit, die Flußlänge, die Art der Nebenflüsse, die Anzahl und Beschaffenheit der mit ihm in Verbindung stehenden Altwasser und der jeweilige Wasserstand. Auch der Wechsel der Jahreszeiten

und die damit zusammenhängende Änderung der Temperatur und der Lichtintensität steht in unseren Breiten mit dem Planktongehalt der Flüsse in Beziehung. Im Plankton der Oder waren die Verhältnisse im Jahre 1897/98 folgendermaßen: Das Winterplankton ermangelte echter Schwebeformen gänzlich, das Frühjahrsplankton war durch *Synedra* und das Sommerplankton durch *Asterionella* charakterisiert, während das Herbstplankton wiederum als *Synedra*-Plankton bezeichnet werden konnte. In der Weser, der Donau und der Themse sind andere Periodizitäten beobachtet worden. Auch die einzelnen Jahrgänge zeigen im Plankton eines Flusses erhebliche Verschiedenheiten, wie Schorlers und Volks Untersuchungen an der Elbe erwiesen haben.

Zum Schlusse noch einige Worte über die Bedeutung des Flußplanktons. Mit dem Fortschreiten der Entwicklung großer Städte an Flüssen und mit dem damit zusammenhängenden, sich immer mehr steigenden Bedarf an Trink- und Gebrauchswasser war die Hygiene gezwungen, sich mit der Beschaffenheit des Flußwassers und der Verwendbarkeit desselben zu befassen, zumal durch die wachsende Industrie und den zunehmenden Verkehr der Flußschifffahrt das Flußwasser mehr und mehr verunreinigt wurde. Als um das Jahr 1873 das Fließchen Croult bei Paris durch die Abwässer von Färbereien, Zucker- und Stärkefabriken sowie durch Wirtschaftswässer derartig verunreinigt wurde, daß sich ganze Bänke von Fisch-, Schnecken- und Muschelleichen in dem vorher reinen Gewässer ablagerten und dem Wasser daraufhin so intensive Schwefelwasserstoffgerüche entstiegen, daß das blanke Kupfergeschirr in den am Ufer des Fließchens gelegenen Häusern anliefe, da wurde Gérardin¹⁾ auf die Bedeutung der Wasserorganismen für die Beurteilung des Wassers hingewiesen. Anfänglich wurde der Chemiker zu Rate gezogen, der das Wasser analysierte und aus der Menge der „organischen Substanz“ Schlüsse auf die Güte des Wassers zog. Aber schon 1879 wies Hirt²⁾ auf die mikroskopische Wasseranalyse, deren Begründer Ferdinand Cohn ist, hin, die den Zweck hat, „die Resultate der chemischen Analyse zu kontrollieren resp. zu bestätigen, dann aber auch in zweiter Reihe, sie zu ergänzen und zu erweitern“. Diese neue Methode der Cohnschen mikroskopischen Wasseranalyse konnte sich in Deutschland nicht recht heimisch machen, doch wurde sie schon in größerem Umfange gelegentlich ernster Wasserkalamitäten in England und Amerika angewandt. Erst nachdem Robert Koch seine bakteriologische Methode auf Wasseruntersuchungen ausdehnte, kam die mikroskopische Beurteilung des Wassers zu ihrem vollen Recht, in-

¹⁾ Gérardin, Rapport sur l'atération, la corruption et l'assainissement des rivières, in Archives des missions scientifiques et littéraires 3. série, tome I, 1873.

²⁾ Hirt, L., Über die Prinzipien und die Methode der mikroskopischen Untersuchung des Wassers, in Zeitschr. f. Biologie Bd. 15, 1879.

dem *Mez*¹⁾ diesen Gegenstand zusammenfassend und gründlich bearbeitete und hervorhob, daß gerade die „Kryptogamenflora eines Wassers einen sehr wertvollen Maßstab zur Beurteilung der Verunreinigung durch organische fäulnisfähige Substanzen“ bildet. Neuerdings haben besonders *Kolkwitz* und *Marsson*²⁾ die Organismen des Wassers dahin betrachtet, ob sie als Katharobien Kennzeichen ganz reinen Wassers sind, oder als Saprobien verunreinigtes Wasser anzeigen. Von letzteren unterschieden die beiden Forscher wieder Polysaprobien, die stark verschmutztes Wasser bewohnen, Mesosaprobien, die in nährstoffärmerem Wasser leben, und Oligosaprobien aus wenig verschmutzten Gewässern, und sie erhielten dadurch *Leitorganismen* für verschiedene Grade der Verschmutzung des Wassers, die auch im Potamoplankton enthalten sind. Nun hatte man gefunden, daß Flußläufe, die durch die Abwässer großer Städte verunreinigt waren, einige Meilen unterhalb der Verunreinigungsstelle wieder verhältnismäßig reines Wasser führten, sich also selbst gereinigt haben mußten. Wie war das möglich? Diese Selbstreinigung konnte durch Sedimentation, durch Einfluß von anderen physikalischen und chemischen Faktoren und durch Organismen des Flußwassers geschehen sein. *Schenck* schrieb den zahllosen Wasserbakterien die flußbreinigende Rolle zu, aber nach *Bokorny*³⁾ haben außer den Bakterien die Bacillariaceen, die wohl den größten Prozentsatz an Organismen im Flußplankton ausmachen, den erheblichsten Anteil an der Selbstreinigung der Flüsse. Er und *Loew* haben durch zahlreiche physiologische Versuche festgestellt, daß sowohl die Bacillariaceen wie die Chlorophyceen organische Substanzen, z. B. flüchtige Fettsäuren, Amidosäuren, Indol, Skatol, Phenyllessigsäure, Harnstoff usw. (alles Stoffe, die im Wasser der durch Abwässer großer Städte verunreinigten Ströme enthalten sind) aufnehmen und bei entsprechender Verdünnung dieser Stoffe unter Abschuß von Kohlensäure aber bei Zuführung von Licht, Öl bzw. Stärke bilden können und, indem sie die ebengenannten Stoffe zersetzen, zur Selbstreinigung der Flüsse beitragen. Dieselbe große Aufgabe fällt auch den Rädertieren des Potamoplanktons neben den Bacillariaceen und Chlorophyceen zu.

¹⁾ *Mez, C.*, Die mikroskopische Wasseranalyse. Berlin 1898.

²⁾ *Kolkwitz, R. und Marsson, M.*, Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna, in Mitteil. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwasserbeseitigung Heft 1, Berlin 1902, und dies.: Ökologie der pflanzlichen Saprobien, in Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. 1908, Bd. 26 a, Berlin 1908.

³⁾ *Bokorny, Th.*, Über die Beteiligung chlorophyllführender Pflanzen an der Selbstreinigung der Flüsse, in Archiv f. Hygiene Bd. 20.

Herbert Herkner.

Von Prof. Dr. M. Born, Berlin.

Wenn auch unter dem jungen Nachwuchs einer Wissenschaft die Begabteren bald aus der Schar der Mitstrebenden hervortreten, so ist es doch schwer zu prophezeien, bis zu welchen Höhen vorzudringen dem Einzelnen beschieden sein wird. Ein Ereignis von säkularer Seltenheit ist es, wenn ein begnadeter Genius so klar sich von dem Untergrund des Durchschnittes abzeichnet, daß der Lehrer, dem die Schulung seines Geistes anvertraut ist, das glückliche Bewußtsein hat, einen der ganz Großen auf den ersten Sprossen der Ruhmesleiter zu stützen.

Den Eindruck eines solchen Phänomens gewannen die Dozenten der Mathematik an der Universität Göttingen, als dort im Sommersemester 1913 *Herbert Herkner* seine Studien begann. Es zeigte sich, daß *Herkner* einen großen Teil des Wissenstoffs, den die Studenten in acht bis zehn Semestern zu erwerben bestrebt sind, bereits besaß, als er zur Universität kam. Nach einjährigem Studium war er bis zu den Grenzen der heutigen Erkenntnis vorgedrungen, und wenn er auch die höheren Vorlesungen besuchte und an den Übungen und Seminaren für Fortgeschrittene teilnahm, so befand sich sein Geist doch schon außerhalb des Gebietes der überlieferten Lehre in den Vorbergen des Landes der Forschung. Dies war eine Erscheinung, die alle Fachgenossen, die mit ihm in Berührung kamen, mit einem ehrfürchtigen Staunen erfüllte und mit der Hoffnung, durch ihn eine neue Blüte der Mathematik erwachsen zu sehen. Ein tragisches Schicksal hat diese Hoffnung, wie so viele, zerstört. *Herkner* ist am 22. November 1917 in der Schlacht bei Cambrai gefallen. Über die eigenartige Persönlichkeit dieses edlen Menschen, mit dem ein Teil der geistigen Zukunft Deutschlands vernichtet ist, sollen diese Zeilen kurzen Aufschluß geben.

Als Sohn des bekannten Nationalökonomens wurde *Herkner* am 4. Februar 1894 in Karlsruhe geboren. Seine Schulzeit hat er zum großen Teile in Zürich verbracht; er besuchte dort die Beustschule, die durch ihren freien Lehrgang und die vorzüglichen Lehrer den besten Grund für die geistige Entwicklung des Knaben legte. Schon damals trat seine Begabung und die Richtung seines Geistes, die auf das klare Durchdringen der Dinge gerichtet war, zutage. Als zehnjähriger Knabe brach er ein Gespräch mit seiner Mutter, die seine Gedanken auf Gott und die Unendlichkeit zu lenken versuchte, mit den Worten ab: „Mich interessiert nur, was Menschen begreifen können.“ Das aber suchte er mit allen Sinnen zu fassen. Physikalische Versuche, astronomische Beobachtungen erfüllten seine freien Stunden und gaben seinem jungen Leben ernsten Inhalt. Dabei war er kein Stubenhocker, sondern ein froher, wilder Knabe. Als sein Vater 1907 nach Berlin berufen wurde, hatte *Herkner*,

anfänglich auf dem Kaiser-Friedrich-Gymnasium infolge des veränderten Lehrplanes eine schwere Zeit und mußte vieles nachlernen. Für seine Frühreife in der Mathematik zeugt es, daß er das mathematische Pensum eines halben Jahres in einer einzigen Stunde nachzuholen wußte. Verständlich wird das, wenn man die Hefte durchblättert, in denen er als 12- bis 14-jähriger Knabe seine mathematischen Gedanken niedergelegt hat; die Elemente der höheren Analysis waren ihm damals schon so geläufig, daß sie nicht als Objekte der Untersuchung, sondern nur als alltägliches Handwerkszeug bei seinen Spekulationen in Betracht kamen. Diese betreffen nicht nur Fragen der Arithmetik und Algebra, der Funktionentheorie, der Geometrie und der mathematischen Physik, sondern vor allem Probleme der Axiomatik, Untersuchungen über die Grundlagen der Wissenschaft und ihre logischen Zusammenhänge, jenes große Grenzgebiet zur exakten Philosophie, das für jugendliche Geister so große Anziehungskraft hat. Wohl sind diese Versuche des Knaben vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft gesehen nur Ansätze und ohne objektiven Wert; als Zeugnisse eines werdenden Riesengeistes sind sie aber von erschütternder Eindringlichkeit. Zwischen diesen mathematischen, physikalischen, philosophischen Fragmenten finden sich Aufsätze über grammatische oder ethymologische Fragen, auch Gedichte und Prosasätze eingestreut; alles zeugt von einer universellen Begabung und dem heißen Drange nach Gründlichkeit und Vertiefung, der noch seltener ist als Genie. Dem mathematischen Unterricht der Schule war *Herkner* bald vollständig entwachsen, und auch in den anderen Fächern war er ein ausgezeichnete Schüler. Aber er wußte selbst nichts von seiner Einzigkeit; er war seinen Mitschülern ein guter Kamerad und hatte viele treue Freunde. Eilte sein Geist den anderen voran, so wurde er dadurch nur still und ein wenig verschlossen; was seine Gedanken am meisten bewegte, mußte er allein bewältigen, da kein anderer ihm folgen konnte. Sein schönes Gesicht mit den tiefen Augen und dem ein wenig zusammengepreßten Munde ließ diese geistige Einsamkeit ahnen. Die Harmonie seines Wesens prägte sich nicht nur in seinem Kopfe aus, sondern in der ganzen prachtvollen Gestalt. Seinen schönen Körper hatte er ebenso erzogen wie seinen Geist; er war ein guter Turner und Schwimmer. So wurde er auch ein guter Soldat.

Als der Krieg ausbrach, stand er im dritten Semester seines Studiums. Mit tausend anderen zog es ihn hinaus zur Verteidigung des Vaterlandes. Aber er gab mehr auf als andere; denn wen das Schicksal begnadet, den trifft es auch mit seinem Stachel, daß er keine Ruhe findet außer seiner Aufgabe, daß ihn die Leidenschaft

faßt für den Weg zur Wahrheit, der ihm gewiesen, und daß er leidet, wenn er seine Arbeit entbehren muß. So mag *Herkner* gelitten haben, wie kaum ein anderer; als die Treue zu seinem Stamme ihn forttrieb zu einer harten Pflicht, die der Harmonie seines Wesens so wenig entsprach. Ein Jahr als Musketier, später als Leutnant hat er die schweren Kämpfe in Flandern, an der Aisne, bei Soisson, den Donauübergang und den Feldzug in Serbien, schließlich die Schlachten um Verdun mitgemacht. Beim Sturm auf Douaumont wurde er leicht verwundet. In den furchtbaren, monatelangen Schlachten in Flandern 1917 war sein Regiment eingesetzt, und als es endlich von dort zurückgezogen wurde, mußte es bei Cambrai eingreifen.

Dort fand *Herkner* beim ersten Sturmangriff den Tod.

Er hat diese Zeit der härtesten Prüfungen ohne Klage getragen. Die volle Hingabe an seine Aufgabe half ihm über den Verlust seiner Wissenschaft hinweg. Er war tapfer und seiner Verantwortung bewußt; als er Offizier wurde, vertiefte er sich in militärische Schriften und studierte Taktik mit der ihm eigenen Gründlichkeit. Die Zeiten der Ruhe aber gehörten seiner Wissenschaft; was er sann, wissen wir nicht, aber wir ahnen ein großes Ziel. Vielleicht werden einige nachgelassene Notizhefte darüber Aufschluß geben.

Wenn die Dankbarkeit für die Leistungen eines arbeitsreichen Lebens einen Nachruf rechtfertigen, so wird auch die Trauer um begrabene Hoffnung einen Ausdruck finden dürfen. Das ist dieser Zeilen Recht und Sinn.

Besprechungen.

Welhe, C., Max Maria von Weber, ein Lebensbild des Dichter-Ingenieurs mit Auszügen aus seinen Werken. Berlin, Julius Springer, 1917. 123 S. Preis M. 2,40.

Weihe zeichnet mit wenigen kräftigen Strichen das Lebensbild eines Mannes, der gleichsam wie ein Symbol an der Schwelle unseres Zeitalters steht; war der Sohn des großen Tondichters doch einer der einflußreichsten Verwaltungsingenieure, die sich um die Einführung der Eisenbahn in Deutschland und Österreich-Ungarn verdient gemacht haben. Daß er zugleich dichterische Begabung besaß, erhöht den Reiz seiner zahlreichen Abhandlungen, Reisebeschreibungen und Schilderungen aus dem Gebiet der Technik. Das Wertvollste aber ist der ganze Mensch; nichts ist für ihn charakteristischer, als die Bemerkung in einer Abhandlung über die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise: „Es kann eben niemand ein ganzer Techniker sein, der nicht ein ganzer Mensch ist!“ Seine Abhandlungen sind voll von originellen Gedanken. Wer sich für Kulturfragen interessiert, dürfte an diesem Büchlein nicht vorbeigehen.

E. Zschimmer, Jena.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 16.

19. April 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Das Scheinproblem von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“. Von *Franz Heikertinger*, Wien. S. 181.
Ueber Ausnutzungsprinzip, Zweckmäßigkeit und fremddienliche Zweckmäßigkeit. Drei Skizzen, zugleich eine Erwiderung auf Franz Heikertingers Artikel: Das Scheinproblem von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“. Von *Prof. Dr. Erich Becher*, München. S. 185.

Die Schutzfärbung der Schneehühner. Von *Prof. Dr. A. Jacobi*, Dresden. S. 189.

Besprechungen:

Wegner, Richard N., Zur Geschichte der anatomischen Forschung an der Universität Rostock. Von *E. Holländer*, Berlin. S. 192.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Geburt der Vernunft

Von

Dr. Johann Plenge

ord. Professor

der Staatswissenschaften

an der Universität Münster i. W.

Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

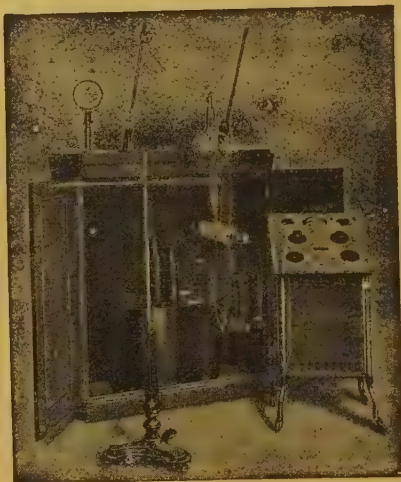
ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

19. April 1918.

Heft 16.

Das Scheinproblem von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“.

Von Franz Heikertinger, Wien.

Erich Becher, Professor an der Universität München, hat ein Buch verfaßt, das den Titel führt: *Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen* und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen (Verlag von Veit & Comp., Leipzig 1917). Es ist das Buch eines Philosophen über ein biologisches Thema. Obgleich nun in den Spalten dieser Zeitschrift bereits ein Biologe und ein Philosoph darüber referiert haben, dünkt mir der Gegenstand doch von solcher Bedeutung, daß er eine eingehende Besprechung verdient.

Becher unterscheidet eine *selbstdienliche Zweckmäßigkeit*, die im Dienste des Organismus steht, der sie aufweist (z. B. Raubtiérgebiß), von einer *artdienlichen Zweckmäßigkeit*, die, wenn gleich nicht dem sie aufweisenden Individuum selbst, so doch wenigstens seiner Art zugute kommt (z. B. Milchdrüsen der Säugetiere, Brutpflegeinstinkte usw.). Zu diesen tritt als dritte die *fremddienliche Zweckmäßigkeit*, wie wir sie beispielsweise an den Pflanzengallen verwirklicht finden. Hier dient eine Erscheinung an der Pflanze dem Feinde der Pflanze, dem Tier. Becher stellt fest, daß alle zurzeit gangbaren Hypothesen nur das Entstehen einer selbstdienlichen, bestenfalls einer artdienlichen Zweckmäßigkeit, niemals aber das einer fremddienlichen verständlich machen können. Die theistische und deistische Teleologie entfällt; die Selektionshypothese und der Funktions-Lamarckismus stehen in gleicher Hilflosigkeit vor der Erscheinung, wie der Psycho-Lamarckismus Paulyscher Richtung, „der die Anpassungen auf seelische Faktoren, auf ein Verspüren von Bedürfnissen, ferner etwa auf Probieren von dadurch angeregten Reaktionen, auf lustvolles Verspüren der Bedürfnisbefriedigung beim Vollzug einer nützlichen Reaktion und auf gedächtnismäßiges Festhalten der so ausprobierten zweckmäßigen Reaktionen zurückführt“.

Zwei Abschnitte seines Buches widmet Becher der klaren Darstellung cecidologischer Tatsachen. Die Vorteile, die die Pflanze durch die Galle dem Tier bietet, kommen eingehend zur Sprache. Von einer Gegenleistung des Tieres an die Pflanze kann nicht die Rede sein, wohl aber ist eine offenkundige Schädigung der letzteren vielfach erwiesen.

Damit erachtet der Verfasser „der allgemeinen Naturteleologie ein Problem gestellt.

das nicht übergangen werden darf; es gilt, das Zustandekommen . . . der fremddienlichen Zweckmäßigkeit zu erklären.“

Aus dem Abschnitte über die Ätiologie der Gallen ist von Interesse, daß der Verfasser die Galle als ein Gebilde, gleichsam ein Organ, der Pflanze auffaßt, das diese aus immanenten Bildungspotenzen heraus auf den von dem Galltiere gegebenen auslösenden Reiz hin produziert.

„Die Potenz repräsentiert also den wesentlichsten Bestandteil der Gesamtursache, der den Charakter des Gebildes bestimmt, das aus ihr entsteht, während der hinzukommende Auslösungsreiz sozusagen nur den Anstoß für die Entfaltung der Potenz abgibt.“

Diese Auffassung wird durch den Hinweis auf kompliziert zweckmäßige Gallen, z. B. die Pfropfgalle der Mücke *Hormomyia Réaumuriana* auf den Blättern von *Tilia grandifolia*, illustriert, welche Gallen nicht einfach durch zufällige Ausbreitung von Reizungen, durch Diffusion von Giften usw., entstanden gedacht werden können.

Der folgende Abschnitt versucht die Erklärung des Zustandekommens der fremddienlichen Gallenzweckmäßigkeit. Verfasser prüft eine Anzahl zeitgemäßer Prinzipien auf ihren Erklärungs-wert im Problem.

Als erstes das „Ausnutzungsprinzip“. Fassung und Benennung rühren vom Verfasser her.

„Die Lebewesen nutzen das, was sie an sich selbst vorfinden und was die Umwelt ihnen bietet, so gut es geht aus. Bildet sich z. B. am Körper eines Tieres irgendwo aus irgendwelchen Gründen eine harte, scharfe oder spitze Stelle, so wird sie unter Umständen als Wehr oder Waffe Verwendung finden; durch diese Ausnutzung erscheint dann jenes Gebilde als zweckmäßig, obwohl seine Entstehung mit Wehrzwecken nichts zu tun hatte. Ebenso wird ausgenutzt, was die Umwelt bietet . . .“

Verfasser gibt selbst zu, dieses sein Prinzip könne „nur einen Teil der Anpassungen“, und zwar nur einfachere Erscheinungen erklären. Er bringt hierbei unter anderem den Satz: „ . . . denn damit etwas ausnützbar sei, muß es zunächst einmal vorhanden sein . . .“

Wir müssen uns Becher hinsichtlich dieses Satzes voll anschließen. Wenn aber dasjenige, was ausgenutzt werden soll, bereits vorhanden sein muß, dann begreifen wir nicht, wieso man mit diesem Ausnutzungsprinzip irgendetwas im Zustandekommen einer Erscheinung zu erklären vermaßen kann. Und nur um das Verständnis des Zustandekommens der Erscheinungen drehen sich die gegenständlichen Erörterungen.

Das sogenannte „Ausnutzungsprinzip“, ver-sagt nicht nur in dem hier beleuchteten Problem, sondern ist überhaupt kein Prinzip, das in die Probleme des Werdens zweckmäßiger Erscheinungen irgendwie Licht zu werfen vermöchte. Es

belastet unseren Begriffsschatz, ohne Arbeit zu leisten; es ist nichts als ein neues Wort für eine alte Selbstverständlichkeit, die wir auch im Anorganischen finden. Denn auch der Wasserstrom „nutzt“ den Riß im Felsen, den er fertig vorfindet, „aus“, ohne daß diese sekundäre Ausnutzung Licht auf das primäre Werden des Risses zu werfen vermöchte.

Das Insekt nutzt die Galle, die auf seinen Stich hin entstanden ist, aus. Das ist eine Selbstverständlichkeit, die über das Zustandekommen der Galle nichts aussagt.

Das nächste, das *Zuchtwahlprinzip*, der darwinistische Selektionismus, der in neuester Zeit selbst Sorge hat, die machtvollen Angriffe der experimentellen Vererbungslehre (*Johannsen*) von seiner Hypothese abzuwehren, steht, der fremddienlichen Zweckmäßigkeit nicht nur völlig hilflos gegenüber, sondern ist sogar gezwungen, sie bedingungslos zu negieren. Wenn stets nur die bestausgestatteten, kräftigsten Pflanzen ausgelesen werden, wie kamen mit einem Male Pflanzen hoch, die sich selber einen sie schädigenden Parasiten heranzüchteten? Züchtet die Auslese Selbstmörder? Wenn es der Selektionismus in dieser Ratlosigkeit unternahm, die Galle als einen mißlungenen „Versuch“ der Pflanze, sich des „lästigen“ Parasiten durch Einkapselung desselben zu entledigen, zu betrachten, so war dieser seltsame Erklärungsversuch wohl kaum ernst zu nehmen. Die weitere Frage lag ja nahe: Wie bringt denn eine *Austese mißlungene Schutzversuche* auf die Nachwelt?

Auch *Becher* gelangt zur Erkenntnis des Versagens des Zuchtwahlprinzips.

Der nächste Teilabschnitt von *Bechers* Buch handelt vom „*Lamarckismus, Psycholamarckismus*“ und von der „*Hilfshypothese einer psychischen Teilnahme der Wirtspflanze an Wohl und Wehe des Parasiten*“. Zuvörderst gelangt die lamarckistische Lehre von der Gebrauchskräftigung und der Nichtgebrauchsatrophie zur Beleuchtung. Da die Gallen indes keine aktiv arbeitenden Organe sind, entfällt auch für dieses Prinzip jeder Erklärungswert.

Nun ist der Verfasser beim Kernpunkt seiner Anschauungen angelangt, bei dem *Psycholamarckismus*, wie ihn *Pauly, A. Wagner, Prochnow, S. Becher* und er selbst ausgebaut haben. Aber auch diese Lehre hat sich bis zur Stunde nur mit Versuchen zur Erklärung selbstdienlicher (gegebenenfalls noch nachkommendienlicher) Zweckmäßigkeit beschäftigt. Die Lehre von der unbewußten Lust und Unlust aller Organismen, von dem unbewußten „Probieren“ und dem Festhalten des Befriedigenden muß erst zur Erklärung der Fremddienlichkeit ausgebaut werden. Der Sprung in die Tiefe der Hypothesen, den *Becher* hierbei völlig unvermittelt ausführt, hat für den unbefangenen, vorurteilsfreien Zuseher einen fast beängstigenden Zug. Nach den bis hierher muster-

haft kristallklar stilisierten Darstellungen hat dieser plötzliche Absprung etwas Unerwartetes...

„*Küster* spricht gelegentlich von dem merkwürdigen Altruismus, den die Wirtspflanzen bei der Bildung von Gallen bekunden“. Wir wollen dies einmal ziemlich wörtlich nehmen; wir wollen dem Gedanken Raum geben, daß die Wirtspflanzen nicht nur die Förderung und Hemmung des eigenen Lebens, sondern auch das Wohl und Wehe der Parasiten lustvoll und schmerzlich verspüren¹⁾. Von den Parasiten ausgehende Einflüsse mögen die Wirtspflanzen zu Probierraktionen, auch zu tastenden Gestaltungsver suchen¹⁾, anregen, und wenn dabei etwas herauskommt, das dem Wohle des Parasiten dient, so wird dies von der Wirtspflanze lustvoll verspürt¹⁾, und der betreffende Gestaltungsprozeß wird darum festgehalten, fortgeführt, gesteigert und bei neuer Gelegenheit wiederholt. Die so erlernte Gestaltbildungsfähigkeit wird vererbt und im Laufe der Generationen immer mehr vervollkommenet, so daß schließlich die erstaunliche fremddienliche Zweckmäßigkeit herauskommt, die wir an manchen Gallen bewundern.“

So die Vermutung des Verfassers.

Unwillkürlich drängt sich uns das Bild auf, die Antilope, die der Löwe in nächtlicher Steppe reißt, müsse im Augenblicke ihres Todes die Befriedigung des Löwen lustvoll verspüren...

Der Verfasser, der selbst fühlt, wieviel er uns zumutet, bemüht sich redlich, den phantastischen Gedanken der Möglichkeit eines lust- und unlustvollen Verspürens des Wohles und Wehes des Parasiten durch die Wirtspflanze plausibel zu machen.

„Irgendwie müßten Lust und Unlust sich vom Parasiten auf die Wirtspflanze übertragen, sei es direkt, ohne alle Vermittlung, sei es indirekt... durch körperliche Vermittlung infolge der räumlichen Nähe der beiden Lebewesen, sei es endlich indirekt durch Vermittlung eines überindividuellen seelischen Wesens.“

Noch einmal läßt hier der Verfasser alle Bedenken gegen den Psycholamarckismus vorüberziehen. *Schopenhauer, Bergson, v. Hartmann, Driesch, Reinke*, der Theismus, der Deismus und der Pantheismus kommen zu Wort. All das aber kann das Ergebnis nicht aufhalten: die Schwierigkeiten fallen fort,

„wenn man die Naturzweckmäßigkeit statt auf primitive seelische Faktoren in den Einzelorganismen auf einen höchst intelligenten Weltgrund zurückführt, der als supraindividueller, gemeinsamer Wesensgrund von Wirtspflanzen und Parasiten zugleich Gemeinsamkeit ihres Fühlens, Altruismus der Wirtspflanzen, verständlich erscheinen läßt...“

„Es erscheint nun sehr wohl möglich, die Annahme recht beschränkter seelischer Fähigkeiten in den Einzelwesen mit der Hypothese eines überindividuellen, höheren Seelenlebens zu vereinigen. Wir brauchen ja nur anzunehmen, daß das überindividuelle Seelenleben mit seinen Verzweigungen in die lebenden Einzelwesen hineinragt, etwa daß ein kleiner Schößling von ihm, der aus dem Seelischen in den Eltern entsproßt und sich ablöst, bei der Entstehung eines organisierten Gebildes zu diesem in engere Beziehung tritt, um es zweckmäßig leitend zu beeinflussen...“

„... So mögen unter Umständen die Kenntnisse und Erfahrungen, die das überindividuelle Psychische besitzt, die es etwa in anderen Lebewesen gesammelt hat, in einem Organismus lebendig und wirksam werden, der sie nicht sammeln konnte; sie erscheinen dann als eingeborene und instinktive... Das Hellsche-

1) Hervorgehobener Druck von mir.

rische“, das man dem Instinkt zugeschrieben hat, würde in der Tat wohl verständlich, wenn man die instinktiven Handlungen und etwaigen eingeborenen Kenntnisse der Einzelwesen zurückführen dürfte auf Erfahrungen und Einsichten des in die verschiedenen Organismen sich verzweigenden überindividuellen Seelischen.“

Soweit *Becher* in einer Klarheit der sachlichen und stilistischen Darlegung, die uneingeschränkte Anerkennung verdient.

*

Ich will, was ich zu *Bechers* Ausführungen zu sagen habe, kurz fassen.

Ich lehne die Zweckmäßigkeit im allgemeinen und die fremddienliche Zweckmäßigkeit im besonderen als naturwissenschaftliche Forschungsprobleme ab. Meine Gründe sind die folgenden:

Becher hat *Kant* nicht zitiert. Und doch hat schon vor mehr als einem Jahrhundert der Königsberger Philosoph das Wesen der „Zweckmäßigkeit“ kritisch klar charakterisiert. In der „*Kritik der Urteilkraft*“ finden wir es, wohl in *Kants* weitschweifiger und harter Stilistik, aber hinreichend klar ausgesprochen: Die Zweckmäßigkeit ist kein Gesetz der Natur, sondern lediglich ein menschliches Beurteilungsprinzip. Sie ist nichts als eine menschlich-subjektive Art, die Dinge zu sehen, die Erscheinungen der Organismenwelt zu ordnen, ihrem Zusammenhang in einer unserem Erkenntnisvermögen angepaßten Art nachzuforschen: Sie ist nichts als ein Leitfadens zur Untersuchung, kein Erklärungsprinzip, kein naturwissenschaftliches Problem. *Kant* betont immer wieder, daß sie bloß ein Prinzip der reflektierenden, nicht der bestimmenden Urteilkraft sei.

„In der Tat ist auch für die Theorie der Natur oder die mechanische Erklärung der Phänomene derselben, durch ihre wirkenden Ursachen, dadurch nichts gewonnen, daß man sie nach dem Verhältnis der Zwecke zueinander betrachtet!“

Aus anderen, naturwissenschaftlich-agnostizistischen Erwägungen heraus habe ich in einer jüngst erschienenen Abhandlung²⁾ die organische Zweckmäßigkeit als ein Scheinproblem in der naturwissenschaftlichen Erfahrungsforschung gekennzeichnet und abgelehnt. Der Begriff der Zweckmäßigkeit mag in irgendeinem Zweige der Philosophie, doch nie in Morphologie und Physiologie, in Zoologie und Botanik ein Problem sein. Gewiß können wir (und müssen vielleicht sogar, nach der besonderen Anlage unseres Erkenntnisvermögens) zum Zwecke verbindender, ordnender Tatsachenforschung die Erscheinungen unter den menschlich-subjektiven Gesichtspunkt von „Zwecken“ stellen. Aber dem Wesen der Erscheinungen kommen wir dadurch nicht näher. Die Frage nach der *Herkunft* einer Erscheinung kann durch den von unserer Seite an die Er-

scheinung herangebrachten Zweckbegriff nicht berührt werden. Zur Lösung genetischer Fragen der Naturwissenschaften versagt der Zweckbegriff, die Betrachtung der Dinge nach ihrer Zweckmäßigkeit, voll und ganz.

Soviel über die Zweckmäßigkeit im allgemeinen; nun zur „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“ im besonderen.

Suchen wir uns über den Begriff der Zweckmäßigkeit (im allgemeinen) völlig klar zu werden, so gelangen wir bald zur Erkenntnis, daß eines seiner wesentlichsten Merkmale die *Relativität* ist. Eine Erscheinung kann nur „zweckmäßig“ heißen, wenn wir sie auf eine andere, eben auf den „Zweck“, beziehen. Diese andere ist zumeist die Erhaltung, die Daseinermöglichung oder Daseinssicherung des Trägers bzw. Benutzers der Erscheinung. Das setzen wir zumeist stillschweigend als Zweck. Das Pelzkleid ist zweckmäßig für die Lebenserhaltung des Menschen, die Galle ist zweckmäßig für die Lebenserhaltung des Gallbewohners usw. Zweckmäßigkeit ist also für uns einmal eine Beziehung einer Erscheinung zu einer anderen Erscheinung.

Betrachten wir diese Beziehung genauer, so finden wir, daß *Zweckmäßigkeit* nur ein Spezialfall dieser Beziehung ist. Die möglichen anderen Beziehungen sind: *Indifferenz* und *Unzweckmäßigkeit*.

Eine Erscheinung kann eine andere (den „Zweck“) fördern, dann ist sie *zweckmäßig*; sie kann aber auch ohne Einfluß auf Förderung oder Verhinderung der anderen Erscheinung sein, kann *indifferent* bleiben; sie kann schließlich aber auch der anderen Erscheinung hindernd und hemmend entgegenreten, dann ist sie *unzweckmäßig*. Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit sind also prinzipiell gleichwertige Spezialfälle der Beziehung zweier Erscheinungen zueinander.

Das wollen wir im folgenden stets klar festhalten.

Es ist klar, daß wir von zweckmäßig nur dann sprechen werden, wenn wir einen „Zweck“ gefunden zu haben glauben bzw. uns befugt glauben, einen solchen zu setzen. Zwischen zwei leblosen Erscheinungen werden wir von einem Zwecke selten sprechen; deren Erhaltung erscheint uns in der Regel nicht als Zweck. Der Kiesel ist im Wasser unlöslich, das Kochsalz ist löslich; dennoch werden wir die Unlöslichkeit des Kiesels, obwohl sie dessen Erhaltung in seiner bestehenden Form sichert, nicht als eine „zweckmäßige“ Eigenschaft des Kiesels bezeichnen.

Erst wenn wenigstens die eine der in Betracht kommenden Erscheinungen ein Organismus ist bzw. einem Organismus angehört, dann setzen wir willkürlich die Erhaltung dieses Organismus als Zweck und arbeiten mit dem Begriffe „zweckmäßig“. So bezeichnen wir die Galle unbedenklich als zweckmäßig, d. h. erhaltungsfördernd, für das Tier. Die reziproke Beziehung aber stellen wir nicht unter den Gesichtswinkel

¹⁾ *Kritik der Urteilkraft*, Reclams Univ.-Bibl., S. 306.

²⁾ *Das Scheinproblem von der Zweckmäßigkeit im Organischen*. Ein Beitrag zur Kritik selektionstheoretischer Probleme. *Biolog. Zentralbl.* Bd. 37, S. 333 bis 352, 1917.

der Zweckmäßigkeit; wir sagen nicht, der Gallbewohner ist unzweckmäßig für die Galle, weil wir die Erhaltung der leblosen Galle nicht als einen „Zweck“ betrachten.

Der Fall kompliziert sich, sobald es sich um die Beziehung zweier Lebewesen zueinander handelt, sobald wir beispielsweise Gallbewohner und Pflanze in Betracht ziehen. In diesem Falle kommt ein „zweckmäßig“ oder „unzweckmäßig“ (im Sinne von „erhaltungsfördernd“ oder „erhaltungshindernd“) für *beide Teile* in Betracht. Wir erhalten dann, wenn wir von Indifferenz absehen und nur Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit registrieren, folgendes Schema der möglichen gegenseitigen Einwirkungen:

1. A zweckmäßig für B; B zweckmäßig für A.
2. A „ „ B; B unzweckmäßig „ A.
3. A unzweckmäßig „ B; B zweckmäßig „ A.
4. A „ „ B; B unzweckmäßig „ A.

Es besteht kein Zweifel, daß wir jede dieser Beziehungen in der Natur vertreten finden.

Für jeden Fall sind hiermit *alle Beziehungen erschöpft*, die zwischen zwei Lebewesen vom Gesichtspunkte der Zweckmäßigkeit aus bestehen können.

Wo ist nun aber der Begriff der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“, den uns *Becher* so klar vorführte, geblieben? Wir sehen ihn nicht und sind in erster Verlegenheit, ihn in unserem analytischen Schema irgendwie logisch unterzubringen.

Tragen wir hieran die Schuld? Ist unser Schema unvollständig?

Nein, nicht wir, sondern *Bechers* Begriff trägt die Schuld hieran. Dieser Begriff ist eine tückische Schlinge, die sich der Denker selbst gelegt, ist ein Scheinproblem, das der eigene Geist irregehend geboren und das er nun ratlos bestaunt.

Analytisches Denken führt nie zu diesem Begriffe. Von der Basis der klaren Einsicht aus, daß Zweckmäßigkeit nie etwas anderes sein kann als die einfache Beziehung einer Erscheinung zu einer anderen Erscheinung, kommt uns niemals der Gedanke an die Begriffsschlinge der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“.

Werfen wir einen Blick ins Konkrete, auf Pflanze, Galle und Galltier. Gruppieren wir die möglichen Beziehungen:

1. _____ ; Galle unzweckmäßig f. Pflanze.
2. Pflanze zweckmäßig f. Tier; Tier „ „ „
3. Galle „ „ „

Nirgends ein Weg, die „fremddienliche Zweckmäßigkeit“ analytisch klar unterzubringen.

Woher rührt aber dieser Begriff? Wie kam ein klar denkender Gelehrter an dieses Scheinproblem?

Ein kritischer Blick auf die Grundlagen unserer naturphilosophischen Bildung löst das Rätsel. Wir alle sind aufgewachsen im Banne des darwinistischen Ausleseprinzips, des Überlebens des Bestausgestatteten. Der Selektionismus glaubte das Rätsel des Werdens der organischen

Zweckmäßigkeiten gelöst zu haben. Alles Unzweckmäßige war von selbst untergegangen. In diesen Gedanken waren wir eingewiegt worden — und nun hielten wir plötzlich eine offenkundige *Unzweckmäßigkeit* in der Hand. Die Pflanze erzeugte ein Ding, das trotz alles Wendens und Drehens nur als *unzweckmäßig* für sie bezeichnet werden konnte. Wie ging das zu? — Wo blieb die Zweckmäßigkeit, die Nützlichkeit, auf der aller Selektionismus ruhte?

Und im Augenblicke, da wir in alter Gewohnheit nach dieser Zweckmäßigkeit suchten, fiel unser Blick wirklich auf eine Zweckmäßigkeit, aber diese Zweckmäßigkeit stand an ganz anderer Stelle. Sie stand nicht auf Seiten der Pflanze, sondern auf Seiten eines Dritten, außerhalb unserer Beziehung „Pflanze—Galle“ Stehenden, des Tieres. Wie kam das — wie war das Seltsame geschehen, daß die Zweckmäßigkeit auf so unauffällige Art den Platz getauscht? — Das Problem der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“ lag vor uns.

Becher, wiewohl Gegner der darwinistischen Mechanistik, ist ihr hier unbewußt zum Opfer gefallen. Ohne das gewohnheitsmäßige Suchen nach der positiven Zweckmäßigkeit hätte er im Falle Pflanze—Galle—Galltier wohl kaum je anderes vor sich gesehen als jene einfachen Beziehungen, die wir oben dargelegt, und er hätte die Beziehung „Galle zu Pflanze“ beruhigt als Unzweckmäßigkeit hingenommen. Millionenfach umgibt uns Unzweckmäßiges; es ist vergeblich, es zu verleugnen, ihm auszuweichen.

Die Pflanze reagiert auf den Stich des Galltieres genau so unzweckmäßig in Hinsicht auf ihre Lebenserhaltung, wie der Körper des Menschen auf den Biß der Viper hin unzweckmäßig reagiert, wie der Stich der Mücke von unzweckmäßigem Schmerz für den Menschen begleitet ist. Im Falle des Mückenstiches besteht die Unzweckmäßigkeit sogar für beide Teile: für den Menschen ist der Schmerz des Stiches und der Beule gleich unzweckmäßig wie für die Mücke, auf welche er die Aufmerksamkeit des Menschen lenkt, der sie ärgerlich tötet.

Fassen wir zusammen: „Zweckmäßigkeit“ ist nichts als ein menschliches Beurteilungsprinzip, der Ausdruck für eine menschlich-subjektiv geschaute Relation zwischen zwei Erscheinungen. *Wir selbst schaffen den Begriff der Zweckmäßigkeit*, in der Natur finden wir ihn nicht.

Schaffen wir klare Begriffe, so haben wir solche; schaffen wir dunkle, ist es unsere eigene Schuld, wenn wir nicht damit zu arbeiten vermögen, wenn uns unsere eigenen Schöpfungen als rätselhafte, vergeblich Erklärung heischende Monstra überall im Wege stehen, uns dem naturwissenschaftlichen, phantastischen Übersinnlichen in die Arme treiben.

Vergessen wir, daß Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit einfache, klare Beziehungen zwischen zwei Erscheinungen sind, merken wir

es nicht, wenn wir zu den zwei Erscheinungen verwirrend eine dritte einflechten — dann mag es allerdings geschehen, daß wir ein seltsames Problem aufrichten, dem kein Inhalt an Tatsachen entspricht und das nur durch Fallenlassen gelöst werden kann: das leere Scheinproblem von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“.

Über Ausnutzungsprinzip, Zweckmäßigkeit und fremddienliche Zweckmäßigkeit.

Drei Skizzen, zugleich eine Erwiderung auf
Franz Heikertingers Artikel: Das Scheinproblem
von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“.

Von Prof. Dr. Erich Becher, München.

1. Das Ausnutzungsprinzip.

Als „Ausnutzungsprinzip“ habe ich die folgende Zweckmäßigkeitserklärung bezeichnet: Die Lebewesen nutzen ihre Eigenschaften (einerlei, wie diese entstanden sein mögen), so gut es geht, aus, wenn sie in irgend einer Umgebung, zu irgend einem Zwecke brauchbar sind. „Bildet sich, z. B. am Körper eines Tieres, irgendwo aus irgendwelchen Gründen eine harte, scharfe oder spitze Stelle, so wird sie unter Umständen als Wehr oder Waffe Verwendung finden; durch diese Ausnutzung erscheint dann jenes Gebilde als zweckmäßig, obwohl seine Entstehung mit Wehrzwecken nichts zu tun hatte. Ebenso wird ausgenutzt, was die Umwelt bietet . . .“¹⁾

Das Ausnutzungsprinzip soll also nicht die Entstehung irgendwelcher Gebilde oder dergleichen erklären, sondern soll verdeutlichen, wie irgendwie entstandene Eigenschaften den Charakter des Zweckmäßigen erhalten. Obwohl ich dies deutlich zum Ausdruck gebracht hatte, hat Heikertinger das Prinzip doch in dieser Hinsicht mißverstanden, wie seine folgenden Worte zeigen: „Wenn aber dasjenige, was ausgenutzt werden soll, bereits vorhanden sein muß, dann begreifen wir nicht, wieso man mit diesem Ausnutzungsprinzip irgendetwas im Zustandekommen einer Erscheinung zu erklären verneinen kann.“ Das Ausnutzungsprinzip kann und will nicht die Entstehung von Gebilden und dergleichen erklären, wohl aber das Zustandekommen der Zweckmäßigkeit, des Anpassungscharakters von Gebilden und dergleichen, einerlei, wie diese entstanden sein mögen. Bekommt eine Tierart, die in warmen Gebirgstälern lebt, aus irgendwelchen, etwa „inneren“ Ursachen oder sagen wir durch Mutation, einen dichteren Pelz, so ist dies zunächst vielleicht eher lästig als nützlich; wenn sie aber nun dieses neue Merkmal ausnutzt, indem sie in höhere, kältere Bergregionen einwandert, wo sie früher nicht leben konnte, dann wird durch diese „Ausnutzung“

das neue Merkmal zweckmäßig; es erscheint nunmehr als Anpassung. So erklärt das Ausnutzungsprinzip nicht die Entstehung des dichteren Pelzes, wohl aber das Zustandekommen der Zweckmäßigkeit dieses Merkmals, seines Angepaßtseins an die Umgebung.

Die Zweckmäßigkeit, das Angepaßtsein, ist etwas Relatives. Der dichtere Pelz ist nicht an sich schon zweckmäßig, sondern erst in Beziehung zum rauheren Klima der höheren Bergregion. Darum ist zwischen der Entstehung des dichteren Pelzes und dem Zustandekommen seiner Zweckmäßigkeit durchaus zu unterscheiden. Die irgendwie entstandene Pelzverdichtung wird zweckmäßig, erscheint als Anpassung, wenn sie durch Ausnutzung in angemessene Beziehung zum rauheren Klima kommt. Heikertinger hat den Unterschied zwischen der Entstehung eines Merkmals und dem Zustandekommen seiner Zweckmäßigkeit nicht beachtet, und darum begreift er, wie er selbst sagt, „nicht, wieso man mit diesem Ausnutzungsprinzip irgendetwas im Zustandekommen einer Erscheinung zu erklären verneinen kann.“ Ich habe durch das bloße Ausnutzungsprinzip niemals die Entstehung von Organen und dergleichen zu erklären versucht, vielmehr stets dasselbe als ein Prinzip zur Erklärung der Zweckmäßigkeit eingeführt. Wer das Prinzip trotzdem mißversteht, kommt dann leicht zu dem harten Richterspruch Heikertingers: „Es belastet unseren Begriffsschatz, ohne Arbeit zu leisten.“

Ich möchte übrigens auch hier betonen, was ich schon mehrfach¹⁾ dargelegt habe: daß das Ausnutzungsprinzip keineswegs alle Zweckmäßigkeit in der organischen Welt erklären kann. Es kann aber als Hilfsprinzip für andere Zweckmäßigkeitstheorien dienen.

2. Ist das Zweckmäßigkeitsproblem ein Scheinproblem?

Daß Heikertinger dem Ausnutzungsprinzip als einem bescheidenen Beitrag zum Zweckmäßigkeitsproblem ohne rechtes Verständnis gegenübersteht, wird uns leicht erklärlich, wenn wir lesen, daß er die ganze „organische Zweckmäßigkeit als ein Scheinproblem in der naturwissenschaftlichen Erfahrungsforschung“ ablehnt. Also große Naturforscher aller Zeiten, vor allem Aristoteles, der Vater der Zoologie und der Logik, Darwin, alle die Physikoteologen, Alt- und Neudarwinisten, Lamarckisten, Neo- und Psycholamarckisten, Vitalisten, Psychovitalisten, die dies Problem in den Vordergrund ihres Forschens gerückt und mit heißem Bemühen bearbeitet haben, sind von einem bloßen Scheinproblem genarrt worden! Wie erfreulich, daß wir dies nun endlich wissen; sind wir doch dadurch von der schweren Mühe befreit, die dies Problem so vielen und großen Forschern bereitet hat.

¹⁾ Diese meine früheren Ausführungen werden von Heikertinger zitiert. Der Kursivdruck ist neu eingeführt.

¹⁾ Vgl. z. B. E. Becher: Naturphilosophie. Hrsg. v. C. Stumpf, Leipzig und Berlin 1914. S. 393.

Es ist in letzter Zeit fast Mode geworden, schwierige, lang diskutierte Fragen als Scheinprobleme beiseite zu schieben. Der Leib-Seele-Frage und dem Ding-an-sich-Problem ist dies ebenso widerfahren, wie dem Teleologieproblem. Aber keine dieser Fragen ist auf solche bequeme Weise wirklich beseitigt worden oder wird so jemals beseitigt werden. Diese Probleme, die so viele tiefe Denker beschäftigt haben, mögen zuweilen unglücklich formuliert und angefaßt worden sein. Sie behalten darum doch ihren echten, ernsten Gehalt; man muß nur verstehen, diesen zu sehen.

Bezüglich des Zweckmäßigkeitsproblems beruft sich *Heikertinger* zunächst auf *Kants* Kritik der Urteilskraft. Da er aber nicht ernsthaft auf dessen Argumente eingeht, was auch in Kürze nicht möglich ist, gehe ich darüber hinweg.

Betrachten wir also nicht *Kants*, sondern *Heikertingers* Teleologie. Da begegnet uns der durch Kursivdruck als Ergebnis hervorgehobene Satz: „Wir selbst schaffen den Begriff der Zweckmäßigkeit, in der Natur finden wir ihn nicht“. Ich führe diesen Satz hier an, weil die ihm zugrundeliegende Verwechslung mir mehrfach in der Literatur zu unserem Problem begegnet ist. Ohne Zweifel, den Begriff der Zweckmäßigkeit schaffen wir; „in der Natur finden wir ihn nicht“, weil in der Natur überhaupt keine Begriffe herumlaufen. Wir schaffen auch den Begriff des spezifischen Gewichtes, des Wirbeltieres und alle die legitimen naturwissenschaftlichen Begriffe. Aber darauf kommt es hier gar nicht an. Es handelt sich vielmehr darum, ob der von uns geschaffene Begriff in der Natur objektive Grundlagen hat. Ist dies der Fall, dann ist der Zweckmäßigkeitsbegriff kein bloß „menschlich-subjektives“ Gedankengebilde; dann hat er objektiven Gehalt. Und dieser objektive Gehalt gibt dem Begriff dann naturwissenschaftliche Berechtigung.

Bevor wir nun den objektiven Gehalt des Zweckmäßigkeitsbegriffes aufweisen, müssen wir erst eine weitere, verbreitete Vermengung beseitigen. Auch *Heikertinger* hält in seinem Artikel die Frage nach der Berechtigung des Zweckmäßigkeitsbegriffes und die ganz andere nach dem Recht des Zweckbegriffes nicht auseinander. Er will die Zweckmäßigkeitsfrage als Scheinproblem kennzeichnen, gleitet aber unversehens in eine Polemik gegen den „menschlich-subjektiven“ Zweckbegriff über, um nach Kritik dieses Begriffes ganz unbefangen zum Zweckmäßigkeitsbegriff zurückzuspringen. (Vgl. S. 183, Sp. 2 oben den Abschnittschluß: „... versagt der Zweckbegriff, die Betrachtung der Dinge nach ihrer Zweckmäßigkeit, voll und ganz.“)

Nun liegt aber, wie sich uns gleich ergeben wird, die Frage nach den objektiven Grundlagen beim Zweckmäßigkeitsbegriff wesentlich anders als beim Zweckbegriff, und darum erledigt die Kritik der objektiven Bedeutung des Zweckbegriffes keineswegs auch die entsprechende Frage

für den Zweckmäßigkeitsbegriff. Hier muß reinlich gesondert werden, wenn Klarheit erreicht werden soll.

Fassen wir also zunächst den Zweckbegriff ins Auge. Unter einem Zweck verstehen wir etwas, das beabsichtigt ist. Wir können im eigentlichen Sinne nur das einen Zweck nennen, was von einem beseelten Wesen zu irgendeiner Zeit mit Absicht erstrebt wird. In diesem Sinne sprechen wir von den Zwecken menschlicher Handlungen und menschlicher Erzeugnisse. Inwieweit es auch tierische Zwecke gibt, hängt davon ab, inwieweit auch die Tiere Absichten haben.

Der Mensch beabsichtigt, zu essen, zu trinken, zu gehen, zu sehen; er will normalerweise sein Leben erhalten und fördern, ebenso das Leben seiner Lieben, seiner Kinder. Darum sind für ihn seine Ernährung, sein Gehen, Sehen usw., vor allem die Erhaltung und Förderung seines Lebens und des Lebens seiner Lieben; seiner Kinder, selbstverständliche Zwecke. Wo uns nun sonst in der Natur Ernährung, Gehen, Sehen, kurzum Leben und Lebensförderung begegnen, sind wir geneigt, diese als Zwecke aufzufassen, ohne uns erst zu fragen, ob sie von irgendwem beabsichtigt sind.

Nun mag der Metaphysiker vielleicht das Leben einer Distel als beabsichtigt, etwa als von Gott gewollt und hervorgebracht ansehen. Die naturwissenschaftliche Erfahrung aber reicht nicht so weit, sie zeigt uns nicht, daß alle Ernährung, alles Gehen, Sehen usw., kurzum alles Leben und alle Lebensförderung von irgend einem seelisch-geistigen Wesen beabsichtigt sind. Auf dem Boden der Naturwissenschaft fehlt also zunächst die objektive Berechtigung, Leben, Lebensfunktionen und Lebensförderung als Zwecke anzusehen; erst Naturmetaphysik¹⁾ könnte vielleicht zu dieser Berechtigung gelangen. Höchstens dürfen wir, was auch *Heikertinger* gestattet, „zum Zwecke verbindender, ordnender Tatsachenforschung die Erscheinungen unter den menschlich-subjektiven Gesichtspunkt von ‚Zwecken‘ stellen“.

Wenn es nun aber in der Naturwissenschaft nicht objektiv berechtigt ist, das Leben, seine Funktionen und seine Förderung als Zweck, d. h. als beabsichtigt, anzuerkennen, dann muß, so scheint es, auch der Annahme einer Zweckmäßigkeit in der Naturforschung die objektive Grundlage fehlen. Wenn wir das Wort „zweckmäßig“ in seinem ursprünglichen Sinne nehmen, so bedeutet es: einem Zwecke angemessen, angepaßt, für ihn geeignet; wo nun kein Zweck ist, da kann auch nichts sein, was einem Zwecke angemessen, was zweckmäßig ist. Mit dem Zweck entfällt die Zweckmäßigkeit.

Indessen, die Naturforschung hat sich schwerlich ohne Grund immer gesträubt, auf den Zweckmäßigkeitsbegriff zu verzichten. Fragen wir uns

¹⁾ Freilich war die biologische Wissenschaft niemals frei von Metaphysik.

also, ob wir nicht das Kind mit dem Bade ausgeschüttet haben. Im *Zweckmäßigkeitsbegriff* steckt nicht nur der Teilbegriff des *Zweckes*, sondern auch der der „*Mäßigkeit*“, d. h. des *Angemessenseins* oder *Angepaßtseins*; wenn nun auch dem Begriff des Zweckes die rechte Tatsachengrundlage (nämlich das Vorliegen einer Absicht) fehlen mag, dann hat vielleicht doch der andere Teilbegriff, der des *Angemessenseins*, des *Geeignetseins*, eine objektive Grundlage in der organischen Natur.

Dieser Begriff des Angemessenseins aber ist ein Relationsbegriff; er bezeichnet eine Beziehung, z. B. eine solche zwischen Kleidungsstück und menschlichem Körper, an oder für den das Kleidungsstück angemessen ist. Wofür soll denn aber ein organisches Gebilde, das wir zweckmäßig nannten, angemessen sein, wenn von einem Zwecke nicht die Rede sein darf? Nun, vielleicht für jene Naturrealitäten, die wir fälschlich oder doch lax als Zwecke bezeichnet haben, für das Leben, die Lebensfunktionen, die Lebensförderung. Was wir lax und bildlich „*zweckmäßig*“ nannten, müßte demnach streng genommen heißen: „*angemessen oder geeignet für das Leben, seine Funktionen und seine Förderung*“.

Fragen wir nunmehr, ob dieser neue Begriff eine objektive Grundlage in der organischen Natur besitzt, so muß die Antwort fraglos bejahend lauten. Sicherlich ist das Auge angemessen für die Lebensfunktion des Sehens, die Wurzel angemessen für die Lebensfunktion der Aufnahme gewisser Bodenbestandteile eingerichtet. Allerdings ist das Angemessensein, das Geeignetsein unseres Auges für das Sehen kein schlechthin vollkommenes, wie *Helmholtz* dargelegt hat; aber das kommt hier nicht in Betracht. Wir haben hier zu fragen: Ist es bloß eine „menschlich-subjektive“ Auffassung, daß die Augen zum Sehen, die Beine zum Laufen, die Flügel zum Fliegen, die Zähne zum Beißen, Magen und Darm zum Verdauen geeignet sind, daß alle diese Organe, indem sie für bestimmte Lebensfunktionen geeignet oder angemessen sind, auch für die Lebenserhaltung und -förderung angemessen eingerichtet sind? Ist dies nicht vielmehr eine objektive Tatsache der organischen Natur? Wenn unser Verdauungskanal nicht *objektiv* geeignet wäre für die Lebensfunktion der Ernährung und damit für die Lebenserhaltung, so müßten wir sterben. Ist es nicht eine *objektive* Tatsache, daß der Darm der pflanzenfressenden Säugetiere, ihrer Nahrung angemessen, relativ weit länger ist als der der Fleischfresser? Daß der Akkommodationsapparat unseres Auges angemessen oder geeignet ist zur Förderung der Lebensfunktion des Sehens?

Diese Angemessenheitsbeziehung, die durch das Wort „*Zweckmäßigkeit*“ *bildlich* (jedenfalls *zunächst* bildlich) bezeichnet wird, findet sich in der organischen Natur ebenso wie die Beziehungen der Größe, der Ähnlichkeit, der Kau-

salität usw. objektiv vor. Die Objektivität jener Angemessenheitsbeziehungen zeigt sich auch darin, daß sie kausale Beziehungen mit sich bringen. Weil die Zähne angemessen, geeignet oder „*zweckmäßig*“ für das Beißen sind, können sie unter geeigneten Bedingungen die *Wirkung* „Beißen“ ausüben. Die Angemessenheit der Darmlänge an die Nahrungsart ist ebensogut eine objektive, in der Natur *vorgefundene* Beziehung, wie die Angemessenheit eines Schlüssels an sein Schlüsselloch eine objektive ist.

Die bildlich als „*Zweckmäßigkeit*“ bezeichnete Angemessenheitsbeziehung findet sich sehr häufig und oft in erstaunlicher, wenn auch nicht absoluter Vollkommenheit in der organischen Natur objektiv vor. Da es aber zuweilen schwierig ist, über Angemessenheit zu urteilen, kommt es manchmal vor, daß diese häufige Beziehung an einer Stelle angenommen wird, wo sie nicht objektiv vorliegt. Aus solchen Irrtümern schließen dann die Zweckmäßigkeitsgegner, diese Beziehung sei überhaupt nur „menschlich-subjektiv“, nur in die Natur hineingelegt. Aber ist etwa auch die Beziehung „Größer“ (z. B. zwischen Elefant und Maus) nicht objektiv und nur in die Natur hineingelegt, weil man ab und zu etwas für größer hält, was nicht größer ist?

„Die Zweckmäßigkeit ist kein Gesetz der Natur“, sagt *Heikertinger* mit Recht. Die häufige Beziehung ist eben noch kein Gesetz. Aber nicht nur die *gesetzlichen* Beziehungen sind objektiv. Daß der Montblanc höher ist als die Zugspitze, ist auch kein Naturgesetz, wohl aber eine objektive Beziehung.

Objektive Beziehungen in der Natur sind von der Naturwissenschaft zu erforschen; so auch jene so häufigen Angemessenheitsbeziehungen, die wir mit dem naheliegenden bildlichen Ausdruck „*Zweckmäßigkeit*“ bezeichnen. Die nicht seltene Meinung, die Naturwissenschaft sei ausschließlich *Kausalforschung*, habe es nur mit *kausalen* Beziehungen zu tun, ist grundfalsch; mindestens ebenso wichtig als die kausalen sind die Größenbeziehungen, auf die ja alles Messen und Rechnen in der Naturforschung zielt. Freilich hängen Größenbeziehungen mit kausalen zusammen; aber das gilt auch von den Zweckmäßigkeitsbeziehungen. Die radikale Beschränkung auf Kausalforschung wäre gar nicht durchführbar; auf die Größenbeziehungen kann in der Naturwissenschaft gar nicht verzichtet werden. Wozu also eine hoffnungslose Einseitigkeit proklamieren, statt allseitige Erforschung der Natur mit ihren mannigfaltigen objektiven Beziehungen zu fordern?

Wie die Zweckmäßigkeit, so ist auch die Unzweckmäßigkeit eine objektive, in der Natur vorkommende Beziehung, und auch sie ist daher von der Naturwissenschaft zu erforschen.

Da Zweckmäßigkeitsbeziehungen in der Entwicklung der organischen Natur neu aufgetreten sind, ist auch bei ihnen wie bei allem Neuent-

standen nach dem *Zustandekommen* zu fragen. Diese Frage, der das Ausnutzungsprinzip gewidmet ist, ist also durchaus berechtigt, ja unumgänglich, da sie aus den objektiven Verhältnissen in der Natur sich ergibt. Das Zweckmäßigkeitsproblem hängt mit dem *genetischen* Problem eng zusammen.

Nach alledem dürfen wir sagen: *wer die biologische Zweckmäßigkeitsfrage als Scheinproblem bezeichnet, übersieht die objektiven Grundlagen des Zweckmäßigkeitsbegriffes*, klebt am Worte, statt zu der Sache vorzudringen, oder hält Zweckfrage und Zweckmäßigkeitsfrage nicht recht auseinander.

Wir können die Bezeichnung „Zweckmäßigkeit“ in der Biologie ruhig beibehalten, wenn wir uns nur vergegenwärtigen, daß der Wortbestandteil „Zweck-“ hier Leben, Lebensfunktionen und Lebensförderung bezeichnet, für die das „Naturzweckmäßige“ in ähnlicher Weise angemessen, geeignet, förderlich ist, wie das „Kunstzweckmäßige“ für unsere echten Zwecke.

3. Die fremddienliche Zweckmäßigkeit.

Die Zweckmäßigkeit des Schwimmfußes dient dem Wasservogel *selbst*, der diesen Fuß besitzt; sie ist *selbstdienlich*. Diejenige der Säugetier-Milchdrüse dient den Nachkommen; sie ist *nachkommendienlich*. Brutpflegeinstinkte steriler Arbeiterinnen bei den Ameisen dienen in geeigneter Weise ihrer Art; sie sind *artdienlich zweckmäßig*. Die Pflanzengallen endlich nützen weder dem sie bildenden Pflanzenindividuum, noch seinen Nachkommen, noch seiner Art; aber sie nützen — oft in einer ganz erstaunlichen Weise — einem *fremden* Individuum, dem Gallparasiten, indem sie diesem reichliche und geeignete Nahrung, Wohnung, besonderen Schutz und andere Vorteile gewähren. Dabei ist der so begünstigte Parasit der bewirtenden Pflanze eher schädlich als nützlich, manchmal sogar recht schädlich. Die Zweckmäßigkeit eines Gebildes o. dgl., das nicht dem Träger desselben, sondern einem fremden Organismus dient, habe ich *fremddienlich* genannt¹⁾.

Ich habe hervorgehoben, daß diese fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen für das Zweckmäßigkeitsproblem besonders wichtig ist, weil sie den vorherrschenden Zweckmäßigkeits-erklärungen, dem Darwinschen Selektionismus und dem Gebrauchslamarckismus, trotzt. Auch das Ausnutzungsprinzip und der Psychovitalismus in der bisherigen Form versagen. Dies habe ich eingehend dargelegt und dann zu zeigen versucht, daß die vorliegenden Tatsachen die metaphysische Erklärungshypothese eines überindividuellen Seelischen nahelegen.

Nun kann ich es sehr wohl verstehen, wenn viele Naturforscher sich weigern, so weit in das unsichere Gebiet der Metaphysik einzudringen; sie

mögen immerhin erklären, dies sei nicht ihre Sache, sondern eine Angelegenheit der Philosophie. Ich muß mich aber zur Wehr setzen, wenn man den Begriff der fremddienlichen Zweckmäßigkeit als „tückische Schlinge“, das Problem ihres Zustandekommens als „Scheinproblem“ abtun will, was *Heikertinger* versucht.

Kein Wunder, daß die „fremddienliche Zweckmäßigkeit“ nach *Heikertinger* ein bloßes Scheinproblem darbietet; ist doch die Zweckmäßigkeitsfrage überhaupt für ihn ein Scheinproblem. Aber gegen die fremddienliche Zweckmäßigkeit kämpft er in einer besonderen Argumentation, die wir kurz betrachten wollen.

Gegen meine Darstellung der *Tatsachen* der Gallenlehre, welche die *objektive Grundlage* für den Begriff der fremddienlichen Zweckmäßigkeit bilden, macht *Heikertinger* keine Einwände. Er entwirft vielmehr ein Schema von Möglichkeiten, und da er in ihm die fremddienliche Zweckmäßigkeit nicht unterzubringen weiß, verwirft er sie mit scharfen Worten.

Er legt dar: wenn es sich um die Beziehungen zweier Lebewesen *A* und *B* handelt (z. B. um eine Gallpflanze und eine Gallmücke), so erhalten wir, „wenn wir von Indifferenz absehen und nur Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit registrieren, folgendes Schema der möglichen gegenseitigen Einwirkungen:

- „1. *A* zweckmäßig für *B*; *B* zweckmäßig für *A*.
2. *A* zweckmäßig für *B*; *B* unzweckmäßig für *A*.
3. *A* unzweckmäßig für *B*; *B* zweckmäßig für *A*.
4. *A* unzweckmäßig für *B*; *B* unzweckmäßig für *A*.

„... Für jeden Fall sind hiermit *alle Beziehungen erschöpft*, die zwischen zwei Lebewesen vom Gesichtspunkte der Zweckmäßigkeit aus bestehen können.

„Wo ist nun aber der Begriff der fremddienlichen Zweckmäßigkeit“, den uns *Becher* so klar vorführte, geblieben? Wir sehen ihn nicht und sind in ernster Verlegenheit, ihn in unserem analytischen Schema irgendwie logisch unterzubringen.“

Ich teile diese Verlegenheit nicht, meine vielmehr, die fremddienliche Zweckmäßigkeit gehöre offensichtlich unter Fall 2 des Schemas, wenn *A* die Gallpflanze, *B* das gallerzeugende Tier bedeutet. Fall 2 nimmt dann die Form an:

2. Pflanze zweckmäßig für Tier; Tier unzweckmäßig für Pflanze.

Ich meine allerdings, daß mit diesen kurzen Schemasätzen die fremddienliche Gallenzweckmäßigkeit nicht genügend charakterisiert ist.

Heikertinger fragt nun: „Ist unser Schema unvollständig?“ und antwortet sogleich: „Nein, nicht wir, sondern *Bechers* Begriff trägt die Schuld hieran. Dieser Begriff ist eine tückische Schlinge, die sich der Denker selbst gelegt, ist ein Scheinproblem, das der eigene Geist irreführend geboren und das er nun ratlos (!) bestaunt.“

Mir will scheinen, obiges Schema sei offenbar

¹⁾ In meiner Schrift: Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. Leipzig 1917.

zu grob, um den Begriff der fremddienlichen Zweckmäßigkeit klar darzustellen. Dazu gehören nämlich *nicht zwei Objekte (A und B), sondern drei*: 1. ein Gebilde (o. dgl.) *G*, das zweckmäßig ist, also etwa die Galle; 2. der Organismus *Pf*, der dies Gebilde trägt, also etwa die galltragende Pflanze; 3. der *fremde* Organismus *M*, für den jenes Gebilde *G* zweckmäßig ist, also etwa die Gallmücke. Dann ergeben sich bei fremddienlicher Zweckmäßigkeit folgende Beziehungen:

G gleichgültig oder unzweckmäßig für *Pf*.

G zweckmäßig für *M* (den *fremden* Organismus).

(*M* gleichgültig oder schädlich für *Pf*).

(*Pf* zweckmäßig für *M*):

Damit ist die fremddienliche Zweckmäßigkeit definiert.

* *Heikertingers* Schema ist also nicht fein genug für unseren Begriff. Dies scheint mein Gegner selbst zu fühlen, und er entwirft daher ein zweites Schema, das ihn dann fast zu diesem Begriff hinführt; es brauchten die Sätze dieses zweiten Schemas nur miteinander verbunden zu werden, und die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Gallen wäre festgestellt. *Heikertinger* unterläßt diese Verbindung seiner vier Schemasätze:

„Galle unzweckmäßig für Pflanze.

Pflanze zweckmäßig für Tier.

Tier unzweckmäßig für Pflanze.

Galle zweckmäßig für Tier“ (also für ein *fremdes* Lebewesen!). Indem *Heikertinger* die genauere Betrachtung dieser seiner Sätze verabsäumt, leugnet er die Möglichkeit fremddienlicher Zweckmäßigkeit, eine Möglichkeit, deren Vorliegen die faktische Verwirklichung bei den Pflanzengallen zur Genüge beweist. Er unterstreicht dann stark die Unzweckmäßigkeit der Galle für die Pflanze, die ich gar nicht leugne, sondern selbst hervorgehoben habe; ich muß allerdings hinzufügen, daß der Schaden der Gallbildung für die Pflanze oft sehr gering und fast bedeutungslos ist.

Noch eine Bemerkung sei angefügt. Ich hatte die Hypothese ins Auge gefaßt, daß unter Umständen ein Lebewesen Lust und Leid eines anderen, ihm eng verbundenen, mitfühle, weil beide in dem gleichen überindividuellen Seelischen wurzeln. *Heikertinger* meint dazu ironisch, die Antilope müsse dann wohl im Sterben die Lust des sie zerreißenden Löwen mitfühlen. Abgesehen davon, daß ich niemals ein Mitfühlen jedes Lebewesens mit jedem andern behauptet habe, wäre zu erwidern, daß ein starker Affekt, wie schmerzvolle Angst des Sterbens, ein schwaches Mitgefühl gänzlich unterdrücken kann. Das weiß wohl auch mein Gegner; man sollte aber meines Erachtens keine Einwände drucken lassen, die man sich selbst leicht beantworten kann.

Im übrigen geht *Heikertinger* auf meine Hypothese zur Erklärung der fremddienlichen Zweckmäßigkeit nicht genauer kritisch ein, was

verständlich ist, da er ja die ganze Frage als Scheinproblem erwiesen zu haben meint. Gewisse ernst zu nehmende Einwände, die mir von anderen Kritikern entgegengehalten wurden, hatte ich selbst vorher schon in meinem Buche stark hervorgehoben und eingehend behandelt. Ich brauche also hier nicht darauf zurückzukommen.

Ich hätte noch einige Bedenken gegen *Heikertingers* Aufsatz, doch will ich lieber zum Schluß betonen, daß ich ihm in manchen Punkten auch zustimmen kann. So mache ich mir gerne seine gegen mich gerichteten Worte zu eigen:

„Schaffen wir klare Begriffe, so haben wir solche; schaffen wir dunkle, ist es unsere eigene Schuld, wenn wir nicht damit zu arbeiten vermögen, wenn uns unsere eigenen Schöpfungen als rätselhafte, vergeblich Erklärung heischende Monstra überall im Wege stehen...“ Hüten wir uns also auch vor unklaren Vermengungen!

Die Schutzfärbung der Schneehühner.

Von Prof. Dr. A. Jacobi, Dresden.

Die Schneehühner (*Lagopus L.*) gehören zu den Rauhfußhühnern (*Tetraonidae*), sind also Verwandte unseres Auer-, Birk- und Haselhuhns. Ihre Gattung wird von etwa fünf Arten gebildet, die sämtlich ein arktisch-alpines Vorkommen haben, d. h. sie bewohnen wesentlich den arktischen und subarktischen Gürtel und die Hochgebirge der nördlicheren Breiten über der Schneegrenze. Ihre Erscheinung ist, abgesehen von der völligen Befiederung der Füße bis zu den Nägeln, merkwürdig durch die denkbar stärkste Verschiedenheit ihrer Färbung je nach der Jahreszeit („Saisondimorphismus“, sprachlich besser: „Horodichroismus“): im Winter sind sie, abgesehen von einer großbritannischen Art, weiß wie der Schnee, da auch der meistens schwarze Schwanz unter langen Deckfedern verborgen wird; im Sommer tragen sie eine dunkle, aus schwarz, braun und grau gemischte und gesprenkelte Tracht, die sehr unscheinbar ist.

Diese auffallende Erscheinung hat man von jeher für eine Schutzeinrichtung erklärt: im Winter verschwinden die Hühner für das Auge ihrer Feinde im Schnee, der die nördlichen Gefilde und die Berggipfel bedeckt, im Sommer ähneln sie der düsteren Farbe des Bodens, besonders dem matten Graubraun des verwitterten, flechtenbedeckten Gesteins, inmitten dessen sie ihre Nahrung suchen und das Brutgeschäft verrichten. Das weiße Winterkleid teilen die Schneehühner mit den wenigen Warmblütern, die das ganze Jahr hindurch dort verweilen, mit dem Hermelin, Schneefuchs, Schneehasen u. a. m. Man pflegt den Farbenwechsel dieser Polartiere als eine Anpassung an die Umgebung zu erklären, die den einen zum Verbergen vor ihren Feinden hilft, den andern das unvermerkte Beschleichen ihrer Beute erleichtert. Aber eine andere Deutung lehnt diesen Zusammenhang ab,

um eine rein physiologische Ableitung an seine Stelle zu setzen. Sie stützt sich auf die Eigenschaft des Weiß, von allen Farben der Wärme die geringste Ausstrahlung zu gestatten, so daß die bodenständigen Säuger und Vögel des hohen Nordens in ihrer weißen Tracht den besten Wärmeschutz hätten. Diese Erklärung muß sich ebenso wie die erstgenannte auf die natürliche Auslese Darwins berufen, aber sie ist nur eine Vermutung, für deren Richtigkeit weiter kein Beweis beigebracht werden kann. Dagegen hat man eine ganze Reihe Beobachtungen gemacht, die sich in die andere Auffassung von der Schneehühnfärbung als einer Schutzanpassung nicht nur zwanglos einfügen, sondern auch eine über die Einzelercheinung hinausgehende Bedeutung haben.

Wenn wir vor der Hand annehmen, daß ein Schneehuhn sich seiner Schutzfärbung wirklich zur Deckung vor spähenden Feindesaugen bedient, so kann sie nur wirken, wenn sich der Vogel nicht bewegt, was übrigens für den Gebrauchswert jeder „kryptischen“ Anpassung die Voraussetzung ist. Ich habe Schneehühner, und zwar das Moorschneehuhn (*Lagopus lagopus* L.), nur im Winter beobachtet und hatte den Eindruck, daß diese weißen Geschöpfe, wenn sie sich regungslos verhalten, im Walde wie im offenen Lande völlig im Schnee aufgehen. Wenn sie laufen oder gar fliegen, so machen sie sich ebenso bemerklich wie ein Schneeestiebe, das der Wind vor sich hertreibt. So wäre es denkbar, daß die großen Raubvögel, wie Steinadler, Edelfalken, Schnee-Eule, die ihre Beute im Fluge eräugen, eine Kette regungslos niedergeduckter Schneehühner nicht gewahr werden. Dagegen dürften diese bei ihrem sehr starken Eigengeruch gegen vierfüßige Räuber von der Schutzfärbung weniger Vorteil haben. Doch behandeln wir näher das düstere Sommerkleid! Daß die meisten Arten außer diesem noch ein ähnliches drittes, das Herbstkleid, anlegen, kann hier unberücksichtigt bleiben. Das Sommerkleid ist bei jeder Art *Lagopus* nach den Geschlechtern etwas verschieden, z. B. hat es beim Moorschneehuhn der Hahn lebhafter, mehr rotbraun, die Henne aber mehr von einer rostgelben Grundfarbe. Beim Alpenschneehuhn (*L. mutus*) ist der Unterschied weniger groß, aber doch deutlich ausgesprochen. Das dunkle Sommerkleid wird durch eine Mauser des Kleingefieders erlangt, während Flügel- und Schwanzfedern nur im Herbst mit der allgemeinen Mauser gewechselt werden.

Das Wichtigste bei diesem Lebensvorgange ist, daß ihn die beiden Geschlechter nicht gleichzeitig, wie andere Vögel, durchmachen, sondern in merklichem Abstände. „In der Regel mausern die Weibchen früher als die Männchen, und die ersteren tragen stets ein reines, ausgemausertes Sommerkleid, das bei den letzteren selten ganz rein von übrig gebliebenen weißen Federn des Winterkleides erscheint. Der herbstliche Federwechsel

beginnt beim Weibchen früher als beim Männchen, bei welchem man noch im Anfang des November zuweilen einzelne Überbleibsel des Sommerkleides antrifft, während die Weibchen schon in der Mitte des Oktober in reiner Wintertracht sind.“ So berichtet, meistens aus noch älteren Quellen schöpfend, J. F. Naumann¹⁾ vom Alpenschneehuhn, und Ähnliches gilt vom Moorschneehuhn²⁾. Man kennt also diese Tatsache schon lange und hat in wichtigen Lebensäußerungen dazu die Ergänzung gefunden; diese sollen hier zusammengetragen und dann zu einem Ausblick in ein weiteres Gebiet der Lebensforschung benutzt werden.

Jene Angaben wiederholen sich zunächst für das Felsenschneehuhn des amerikanischen Nordens (*Lag. rupestris*), das unserem Alpenschneehuhn ähnlich ist. Auf der Melvilleinsel im Parryarchipel sah Sabine die Weibchen Ende Mai ihr Sommerkleid anlegen, das in der ersten Juniwoche ausgefärbt war, während die Männchen dann erst mit der Mauser begannen; einzelne Hähne trugen sogar Mitte dieses Monats noch ein reines Winterkleid³⁾. Noch später, am 2. Juli, fand der deutsche Forschungsreisende Hantzsch auf Baffinsland braune Weibchen mit weißen Männchen gepaart⁴⁾. Auch beim Moorschneehuhn haben amerikanische Ornithologen die frühere Anlegung des Winterkleids beim Weibchen bezeugt⁵⁾, und die dritte, durch ihren ganz weißen Schwanz wohl unterschiedene Schneehuhnart Amerikas (*Lag. leucurus*) macht keine Ausnahme. Die deutschen Naturforscher Drs. Krause fanden beim Dejätpaß im südwestlichen Alaska am 27. Mai die Hähne noch ganz weiß, die Hennen dagegen schon völlig braun⁶⁾. Am lehrreichsten scheint mir eine Bemerkung zu sein, die O. Sverdrup im äußersten Norden der Westarktis machte⁷⁾. Auf den neuentdeckten Inseln zwischen dem 78. und 81. Breitengrade unterbleibt beim Schneehuhn (*Lag. rupestris*) die Frühjahrsmauser so gut wie ganz, nur auf dem Kopfe brechen einzelne dunkle Federn durch, aber die Henne legt noch das dunkle Federkleid der südlichen Artgenossen an.

Schon diese Tatsache gibt eine starke Stütze für die Bewertung der Schneehühnfärbung als einer kryptischen Anpassung. Denn es ist unter

¹⁾ 1833, Naturgeschichte der Vögel Deutschlands Bd. 6, S. 386 und 410.

²⁾ Richardson (1831 Fauna Boreali-Americana V. 2, p. 352) gibt allerdings an, daß bei dieser Art das Männchen vor dem Weibchen in die Frühjahrsmauser trete, aber dieser Vortritt scheint sich auf das Kopf- und Halsgefieder zu beschränken. Wenigstens haben Ornithologen, die *Lagopus lagopus* in denselben Gegenden beobachteten, diesen Unterschied nicht vorgefunden, sondern ausdrücklich dieselbe Zeitfolge, wie angegeben, vermerkt.

³⁾ Ebenda p. 354.

⁴⁾ 1914. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde Berlin S. 145.

⁵⁾ Preble, 08, North American Fauna V. 27, p. 344.

⁶⁾ 1883 in Journ. f. Ornith. Bd. 31, S. 277.

⁷⁾ 1904, Neues Land Bd. 2, S. 507.

den Vögeln eine bekannte Erscheinung, daß bei geschlechtlicher Verschiedenheit des Aussehens dem Weibchen fast immer die einfachere, unscheinbare Tracht zukommt, oft bei denkbar starkem Gegensatz im Aussehen, wie es unter den übrigen Rauhußhühnern das Auer- und Birkhuhn aufweisen. Die von Wallace⁸⁾ dafür begründete und von Darwin⁹⁾ trotz mancher Bedenken anerkannte Erklärung geht dahin, daß die freibrütenden Vogelweibchen während des Brütens der Entdeckung und den Angriffen vieler Eierfresser und Vogelräuber ausgesetzt sind; daher ist eine Schutzfärbung während des Sitzens auf dem Neste für sie und damit für die Erhaltung der Art sehr vorteilhaft. Dem vom Brutgeschäft nicht so in Anspruch genommenen Vogelmannchen wird dagegen ein auffallendes Gefieder weniger zur Gefahr. Auf unseren Gegenstand angewendet erweitert sich die Erklärung dahin, daß mit der sommerlichen Veränderung des Landschaftstones, die im Norden sehr rasch vor sich geht, auch sehr bald die Eiablage und das Brüten geschehen muß, um den kurzen Sommer für die Fortpflanzung auszunutzen. Für die Schneehenne ist es also lebenswichtig, daß sie sobald wie möglich ihre sommerliche Schutzfärbung bekommt, während der Hahn es damit weniger eilig zu haben braucht. Für diese Deutung spricht besonders jene Angabe Sverdrups, daß in den höchsten arktischen Breiten mit kaum zwei Monaten Sommerszeit die Frühjahrsmauser beim männlichen Geschlecht so gut wie ganz unterdrückt wird.

Eine Reihe weiterer Beobachtungen kommt diesem Erklärungsversuche zu Hilfe. So hebt schon Richardson¹⁰⁾ hervor, daß die Moorschneehenne sich, sobald stellenweise der Schnee wegtaut, mit ihrem weißen Wintergefieder auf den übriggeliebenen Schneeflecken versteckt, während der Hahn sich gern auf erhöhte Punkte setzt, um seinen Paarungsruf erschallen zu lassen. Ferner haben wir Berichte, wonach die Schneehühner sich bald sehr scheu, bald vertraut zeigen, je nachdem der Färbungszustand ihres Gefieders in schützender Übereinstimmung mit der Umgebung ist oder sich gegen sie abhebt. Stone, der Lag. lagopus auf der Kenaihalbinsel im Gebiete Alaska beobachtet hat, sagt darüber¹¹⁾: „Wenn nach Anlegung des Winterkleides noch kein Schnee liegt, sind sie ungemein scheu, aber sobald dieser da ist, werden sie zahm und verlassen sich auf ihr Schutzkleid.“ Osgood¹²⁾ berichtet Ähnliches über diese Art von der nördlichen Küstentundra. Sie trifft dort auf dem Herbstzuge in voller Mauser ein, also in einem Kleide, das keinesfalls in den Lokalon paßt, und dann sind die Vögel ungemein

scheu. Dasselbe gilt nach Osgood vom Felsen-sneehuhn in den Gebirgen am mittleren Yukon¹³⁾. Als dort einmal der Schneefall ungewöhnlich früh eingetreten war, hatten die Hühner eben erst begonnen, ihr weißes Kleid anzulegen und waren demzufolge sehr kenntlich. Dann waren sie so scheu, wie jener Naturforscher die Art noch nie kennen gelernt hatte. „Ob sie sich des Fehlens ihrer Schutzfärbung und der daraus entspringenden Gefahr instinktmäßig bewußt waren, kann ja nur vermutet werden, aber zweifelsohne waren sie ungemein ängstlich,“ sagt Osgood.

Eine Ergänzung hierzu gestattet das Betragen einer anderen Art von Rauhußhühnern, die nicht zu den Schneehühnern, sondern zu den auch bei uns vertretenen Haselhühnern gehört, die „Canada Grouse“ (*Canachites canadensis*). Der Vogel hat ganz die Färbung des Waldbodens, wie unser Haselhuhn, nur dunkler, und zwar das ganze Jahr durch, also kein andersfarbened Winterkleid. Über die Beziehungen zwischen der Erscheinung des Canada Grouse und seinem Betragen weiß Stone¹⁴⁾ wieder sehr Beachtliches mitzuteilen: „Sowohl Alte wie Junge von *Canachites canadensis* wissen von ihrer Schutzfärbung Gebrauch zu machen, indem sie beim Nahen einer Gefahr ganz regungslos bleiben. Im Winter dagegen ist ihnen ihre Färbung nachteilig; sie sind dann in der Tat ungemein scheu und lassen sich nicht nahe angehen.“

Nach all diesen Angaben scheinen also die am Boden lebenden Tetraoniden, soweit beide Geschlechter gleichgefärbt sind, ihre Erscheinung wirklich selber in dem Sinne zu verwenden, den die menschliche Anschauung ihr unterlegt, also als Schutzfärbung.

Aber noch mehr! Von einigen Naturforschern wird hervorgehoben, daß ein Schneehuhnpaar, welches Junge führt, die Vorteile seiner Schutztracht ganz verschmäht, ja die Aufmerksamkeit geradezu auf sich zu lenken sucht. So sagt Stone¹⁵⁾ weiterhin vom Moorschneehuhn: „Unähnlich dem Canada Grouse, benutzt es seine Schutzfärbung nur im Herbst. Seine Sommertracht macht es selbst aus weiterer Entfernung sehr sichtbar. Außerdem verrät es sich bei nahender Gefahr durch eine Reihe gackernder und scheltender Laute. Beides scheint mir ganz und gar auf den Schutz seiner Jungen abzielen. Denn während die Eltern sich so benehmen, fliegen die Jungen davon und verstecken sich. Es ist geradezu unmöglich, die alten Vögel aufzujagen, ehe die Jungen außer Sicht sind.“ Und ganz entsprechend berichtet Osgood¹⁶⁾, daß auch Familien mit fast erwachsenen Jungen selten die Flucht ergreifen; sie fliegen erst auf, wenn man fast auf sie tritt. Man muß im Auge behalten, daß dieses Benehmen der alten Schneehühner

⁸⁾ 1891 zusammengefaßt in „Der Darwinismus“, deutsche Ausg., Braunschweig, S. 421 u. f.

⁹⁾ Ges. Werke, übers. v. Carus, Bd. 6, S. 159.

¹⁰⁾ 1831, p. 352.

¹¹⁾ 1902 in Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. V. 16, p. 235.

¹²⁾ 1900 North American Fauna V. 19, p. 71.

¹³⁾ Ebenda 1909, V. 30, p. 87.

¹⁴⁾ 1902, p. 238.

¹⁵⁾ 1902, p. 235.

¹⁶⁾ 1904, North Amer. Fauna V. 24, p. 65.

nur dann erfolgt, wenn sie Junge haben, während kurz vorher die brütende Henne gerade das entgegengesetzte Verhalten zeigt, sich der Deckung durch ihr unscheinbares Kleid bedient. Also hätte Stone seine Bemerkung, daß *Lagopus lagopus* seine Schutzfärbung nur im Herbst benutzt, etwas weiter, und zwar dahin fassen müssen, daß es diesen Vorteil nach dem Ausschlüpfen der Brut bis zu ihrer Selbständigkeit verschmätzt. Das ist nur ein Beleg für die wohlbekannte Erscheinung, daß bei Nestflüchtern die Eltern in aufopfernder Weise bemüht sind, durch auffälliges Gebahren den Feind auf sich und von den Jungen abzulenken, bis diese in Sicherheit sind. Beim Schneehuhn geht der Hahn so weit, sich schon in der Paarungszeit für seine Gefährtin preiszugeben, wie Turner¹⁷⁾ von *L. rupestris* berichtet.

Faßt man die von vielen Beobachtern an mehreren Schneehuhnarten und an weit entlegenen Stellen ihres Verbreitungsgebiets ermittelten Tatsachen zusammen, so muß man nach meinem Gefühle zu dem Eindruck kommen, daß hier sehr scharf ausgeprägte und regelmäßig mit der Jahreszeit wechselnde Körpermerkmale in so enger Beziehung zu Lebensäußerungen stehen, daß man die Abhängigkeit der Lebensäußerungen von den Körpermerkmalen nicht gut leugnen kann. Mit anderen Worten: Die Schneehühner zeigen unter mannigfaltigen Lebensverhältnissen durch ihr Betragen, daß sie durch die Ähnlichkeit ihres jeweiligen Aussehens mit der Umgebung vor der Entdeckung durch Verfolger geschützt zu sein glauben. (Hierbei lasse ich die Frage nach den ersten Anfängen der Schneehuhnfarbung und nach dem psychologischen Zustandekommen jenes Verhaltens außer Betracht, verzichte auch vorderhand auf dessen logisch einwandfreie Umschreibung.) Die Hauptsache ist, daß darin ein Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Richtigkeit der Schutzfärbungstheorie gesehen werden darf; solche Beweise sind bisher ebenso spärlich, wie die Beispiele dafür in Menge ausgedacht worden sind. Unter den Einwänden, die sich gegen die Theorie als Ganzes kehren, ist derjenige besonders gewichtig, daß ihre Anhänger in der Deutung solcher Tierfärbungen und -zeichnungen rein anthropozentrisch verfahren, daß sie diesen Erscheinungen eine Wirkung auf die Verfolger beilegen, die sich gar nicht unmittelbar feststellen lasse. In der Tat ist der Nachweis nicht leicht, daß sich tierische Verfolger durch das Aussehen an sich begehrter Beute täuschen lassen, aber doch in einigen Fällen schon geglückt, z. B. Poulton mit blattähnlichen Heuschrecken und Schmetterlingspuppen¹⁸⁾.

Außerdem gibt es eine ganze Reihe von Überlegungen, die wenigstens mittelbar sehr für das Entstehen solcher Erscheinungen durch Anpassung sprechen, und ich habe sie in einem zusammenfassenden Buche über den Gegenstand und seine Nachbargebiete erörtert, von dem vor einigen Jahren ein Auszug in dieser Zeitschrift erschienen ist¹⁹⁾. Bei der Schneehuhnfarbung engen aber die geschilderten Zusammenhänge die Fehlerquelle rein menschlicher Deutung ganz erheblich ein. Wenn man das Entstehen von Schutztrachten mit soziologischer Wechselwirkung zwischen Verfolgung und Verbergen in Zusammenhang bringen will, so hat nach meiner Auffassung die Darwinsche Lehre von der natürlichen Zuchtwahl Anspruch darauf, unter den Erklärungsversuchen für die Ausbildung von Schutzfarben und Schutzformen mit an erster Stelle genannt und gewürdigt zu werden. Der Fall der Schneehühner ist dafür besonders geeignet. Vom selektionstheoretischen Gesichtspunkt aus muß die Bedrohung durch tierische Verfolger, namentlich Raubvögel, der Reiz gewesen sein, der jenen Hühnern auf dem Wege der Naturzüchtung das ihnen vorteilhafte Aussehen verschafft hat, und für die Geltung der Darwinschen Lehre sind sie ein besonders eindrucksvolles, wohlbegründetes Beispiel.

Besprechungen.

Wegner, Richard N., Zur Geschichte der anatomischen Forschung an der Universität Rostock. Wiesbaden, J. F. Borgmann, 1917. 167 S. und 32 Abbild. Preis M. 18,—.

Als Nr. 165 der Anatomischen Hefte (Bd. 55) erschien das vorliegende Werk. Es bietet ein würdiges Gegenstück zu den gleichlautenden Arbeiten über die Entwicklung der Anatomie in Leipzig und Tübingen, von Rabl und Froriep. Wir erfahren den Entwicklungsgang der anatomischen Wissenschaft in seiner Abhängigkeit von anderen Kulturstädten und Zentren geistigen Lebens. Der berühmte Cornarius (1526) war hier tätig, und Brucæus (1567), der als Lehrer von Piter Paaw diesen für die Neugründung des späterhin so bekannten anatomischen Theaters in Leiden (1597) ermunterte. Überhaupt bietet es besonderes Interesse, den Fäden nachzugehen, die sich von der Rostocker Medizinschule nach dem Ausland knüpfen. Es wird in klarer, dem Stoff angepaßten Schreibweise der Aufschwung der Medizin im Zeitalter des Humanismus geschildert. Besonders dankbar ist der Geschichtsforscher für die Beiträge Wagners aus Archivstudien und für die Darstellungen aus der Gründungszeit der Universität. Dem wertvollen Werke ist eine Reihe ganzseitiger Illustrationen beigegeben; zumeist die Porträts der Lehrer der Anatomie; auch die Reproduktion der Sektion aus der Rostocker Ausgabe der Mundinus vom Jahre 1514 ist sehr willkommen. Die fleißige Arbeit sei bestens empfohlen, sie ist von archivarischem Wert. E. Holländer, Berlin.

¹⁷⁾ 1892 in U. S. Nat. Mus., Special Bull. V. 1, p. 79.

¹⁸⁾ Vgl. Weismann, Die Selektionstheorie. Jena, 1909, S. 46.

¹⁹⁾ A. Jacobi, Mimikry und verwandte Erscheinungen. Braunschweig 1913; vgl. „Die Naturwissenschaften“, Jahrg. 1 (1913), S. 681 u. f.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 17.

26. April 1918.

Sechster Jahrgang.

MAX PLANCK

ZUR FEIER

SEINES 60. GEBURTSTAGES

2. Aufl. 1918

Die Naturwissenschaften 1918



H. Planck

13
DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

26. April 1918.

Heft 17.

MAX PLANCK

ZUR FEIER

SEINES 60. GEBURTSTAGES.

Inhalt:

	Seite
Max Planck zum sechzigsten Geburtstage. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. A. Sommerfeld, München</i>	195
Publikationsverzeichnis	199
Über Plancks Verdienste um die Experimentalphysik. Von <i>Wirkl. Geh. Oberregierungsrat Prof. Dr. E. Warburg, Berlin-Charlottenburg</i>	202
Die Entwicklung von Max Plancks Strahlungstheorie. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. W. Wien, Würzburg</i>	203
Quantentheorie und neuer Wärmesatz. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. W. Nernst, Berlin</i>	206
Thermodynamik und Kohärenz. Von <i>Prof. Dr. M. v. Laue, Frankfurt a. M.</i>	207
Die Quantentheorie. Ihr Ursprung und ihre Entwicklung. Von <i>Dr. Fritz Reiche, Berlin</i>	213
Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der Serienspektren. Von <i>Dr. Paul S. Epstein, München</i>	230
Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik. Von <i>Prof. Dr. M. v. Smoluchowski †, Krakau</i>	253

Max Planck zum sechzigsten Geburtstage.

Von Geheimrat Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.

Plancks sechzigster Geburtstag bietet der deutschen Physik eine erwünschte Gelegenheit, sich bewußt zu werden, wie viel sie diesem klaren und kühnen Geiste verdankt. Unter dem Einfluß seiner großen Entdeckung, der Quantentheorie, die er uns an der Schwelle des zwanzigsten Jahrhunderts beschert hat, gestaltet sich die Physik unseres Jahrhunderts in steigendem Maße zu einer Physik der Quanten. Wir sehen heute klar, daß die feinsten Fragen der Atomistik und die allgemeinsten Eigenschaften der Materie in dem Planckschen Quantenbegriff wurzeln; kein Kundiger wird im Zweifel darüber sein, daß er das Plancksche Wirkungsquantum, neben der Lichtgeschwindigkeit, der Gravitationskonstanten und neben der Ladung und Masse des Elektrons, zu den wichtigsten Naturkonstanten der heutigen Wissenschaft zu zählen hat.

Max Planck ist geboren zu Kiel am 23. April 1858. Sein Vater, ein angesehener Professor der Rechte, wurde 1867 von Kiel an die Universität München berufen und spielte daselbst als Vertrauensmann seiner Kollegen im Verwaltungsausschuß der Universität bis zu seinem Lebensende eine bedeutsame Rolle. Auch ein Oheim Plancks war Jurist: der ehrwürdige, früh erblindete Schöpfer des Deutschen Bürgerlichen Gesetzbuches, Professor der Rechte in Göttingen. Der Großvater dieser Plancks wirkte ebenfalls an der Universität Göttingen; ursprünglich schwäbischer Geistlicher, wurde er dorthin als Professor der Theologie berufen.

Max Planck hat nicht nur seine Jugend in München verlebt, sondern vollendete hier auch seine Universitätsstudien und war 1880 bis 1885 Privatdozent der theoretischen Physik an der Münchener Universität. Bei seiner Berufswahl soll er geschwankt haben zwischen Physik und Musik. Wir dürfen uns heute beglückwünschen, daß er die Physik endgültig zur Lebensaufgabe gewählt hat. Die Musik ist ihm ohnehin als Quelle der Erfrischung und Verjüngung nach arbeitsreichen Stunden unverloren geblieben. Einen literarischen Niederschlag seiner tiefgehenden musikalischen Interessen haben wir in der Abhandlung (24)¹⁾ über das rein gestimmte Harmonium. Planck spielt nicht nur meisterhaft Klavier, sondern beherrscht auch jenes vieltastige, auf Veranlassung von Helmholtz gebaute und im physikalischen Institut der Berliner Universität aufgestellte Harmonium. Ein anderer Junghorn ist ihm die Bergwelt; Planck hat bisher jeden

Sommer große und schwierige Bergbesteigungen unternommen.

Die wissenschaftliche Persönlichkeit Plancks wurzelt in der Thermodynamik. Schon seine Dissertation (1), München 1879, ist dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie gewidmet. Er unterscheidet hier die physikalischen Prozesse in solche, für die die Natur eine Vorliebe hat (irreversible Prozesse) und solche, gegen die sie sich indifferent verhält (reversible Prozesse). In einer späteren Arbeit (25) bezeichnet er als Kern des zweiten Hauptsatzes geradezu die Tatsache, daß es überhaupt irreversible Prozesse gibt. Die Dissertation des Einundzwanzigjährigen macht einen ausgesprochen jugendlichen und enthusiastischen Eindruck und zeichnet den Weg vor, auf dem sich Plancks Gedankengänge für mehr als ein Jahrzehnt bewegen sollten.

Auch die Habilitationsschrift (2), München 1880, „Gleichgewichtszustände isotroper Körper in verschiedenen Temperaturen“, betrifft die Thermodynamik, ebenso wie die ganze Folge von Arbeiten bis zum Jahre 1893, (3) bis (23), unter denen die vier großen Abhandlungen „Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie“ (8), (9), (10), (20) hervorzuheben sind. Als Göttinger Preisschrift gekrönt wurde die Monographie: „Das Prinzip der Erhaltung der Energie“ (7). Ursprünglich im Ladenburgschen Handwörterbuch der Chemie und dann als selbständige Schrift erschien 1893 der „Grundriß der allgemeinen Thermochemie“ (26).

Plancks thermodynamische Arbeiten gehen in erster Linie auf die Klärung der Begriffe und verfolgen vielfach die methodischen Fragen (54), (56): Wieviel läßt sich aus der reinen Thermodynamik, also mit apodiktischer Gewißheit ableiten? An welchen Stellen treten neue Hypothesen physikalischen oder chemischen Ursprungs hinzu? Sind idealisierte Prozesse, die mit unwirklichen Zuständen operieren, thermodynamisch beweiskräftig? Um den Inhalt der thermodynamischen Hauptsätze auszuschöpfen, bevorzugt Planck, ebenso wie Gibbs, die Methode der thermodynamischen Potentiale gegenüber der Verwendung eigens ersonnener Kreisprozesse, die in den Darstellungen der Chemiker vorwiegen. Offenbar entspricht der axiomatische Charakter des thermodynamischen Schlusses in besonderem Maße Plancks intellektuellen Neigungen.

Von seinem allgemeinen thermodynamischen Standpunkte aus wurde Planck mit Notwendigkeit zu den wichtigsten Errungenschaften der physikalischen Chemie hingeleitet, die, auf ganz anderen Wegen gewonnen, eben damals hervor-

¹⁾ Diese Zahlen beziehen sich auf das nachfolgende Verzeichnis der Publikationen.

schossen. *Planck* leitete das Massenwirkungs-gesetz von *Guldberg* und *Waage* für gasförmige Systeme ab (9), (10), er beleuchtete die Theorie der verdünnten Lösungen von *Van't Hoff*, faßte den Begriff des osmotischen Druckes thermodynamisch (10), (16) und er wurde, von den Tatsachen der Dampfspannungs- und Gefrierpunktserniedrigung und in konsequenter Verfolgung thermodynamischer Forderungen, auf die Dissoziationstheorie geführt. Sein Verhältnis zu den gleichzeitigen Arbeiten von *Arrhenius*, die in bezug auf das Tatsachenmaterial natürlich viel weiter gingen, schildert er selbst (12) wie folgt: „Inzwischen ist von *S. Arrhenius* ein Aufsatz über die Dissoziation der in Wasser gelösten Stoffe erschienen, in welchem der Verfasser ganz denselben Gedanken ausspricht und für eine Reihe wässriger Lösungen nach verschiedenen Richtungen durchführt. Wenn auch die Grundlage seiner Ausführungen: die durchgreifende Analogie, die er für das Verhalten des osmotischen Druckes in verdünnten Lösungen mit dem des Druckes vollkommener Gase festsetzt, wohl noch nicht den Rang eines vollgültigen Beweises beanspruchen dürfte, so scheint mir doch der Umstand, daß ganz unabhängig von den rein theoretischen Erörterungen, die nämlichen Ideen von chemischer Seite angeregt und durch die verschiedenartigsten Gründe unterstützt werden, ein Anzeichen dafür zu sein, daß auch in diesem Falle wieder die Forderungen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie mit der Zeit eine durchgehende Anerkennung finden werden.“

Als Abschluß seiner thermodynamischen Periode hat uns *Planck* in seinen „Vorlesungen über Thermodynamik“ 1897 das zuverlässigste und durchdachte Lehrbuch dieser Wissenschaft geschenkt; der große Einfluß desselben auf Physiker und Chemiker geht schon aus der Anzahl seiner Auflagen (5. Auflage 1917) hervor. Unter Ausschaltung aller statistischer und kinetischer Vorstellungen verfolgt es den thermodynamischen Gedanken in größter Reinheit bis zu seiner jüngsten Wendung im *Nernstschen* Wärmetheorem. Vielleicht darf bei dieser Gelegenheit angemerkt werden, daß die einfache und am weitesten gehende Fassung dieses Theorems (Verschwinden der Entropie im absoluten Nullpunkte), die *Planck* 1910 in der dritten Auflage der Thermodynamik zuerst veröffentlicht hat, dem Schreiber dieser Zeilen schon von *Minkowski* kurz vor dessen Tode mitgeteilt wurde.

Auf die Grenze zwischen der thermodynamischen und der elektrodynamischen Periode *Plancks* fiel der Streit um die Energetik und ihr Verhältnis zur Mechanik (*Lübecker Naturforscherversammlung*, 1895). Neben dem eigentlichen Rufer im Streit, *Boltzmann*, hat auch *Planck* eine scharfe Absage „Gegen die neuere Energetik“ (29) verfaßt. Wenn auch seinen ursprünglichen thermodynamischen Neigungen die Voranstellung des Energiebegriffes zusagen

mußte (7), so konnte doch seinem klaren Urteil die mathematische und logische Schwäche der energetischen Ansprüche nicht entgehen. Diese Stellungnahme *Plancks* im Jahre 1896 ist um so bemerkenswerter, als er damals den Übergang zur atomistisch-statistischen Denkweise innerlich noch nicht vollzogen hatte. Später hat ja gerade *Planck* wie kein anderer für die Verbreitung und Vertiefung der Boltzmannschen statistischen Ideen gewirkt, insbesondere durch die Berechnung der Konstanten k des Boltzmannschen Prinzips aus den strahlungstheoretischen Daten und durch seine klassisch-einfache Ableitung der Zustandsgleichung idealer einatomiger Gase aus dem *H-Theorem* (55), die in dem Lehrbuch der Wärmestrahlung an bevorzugter Stelle als Vorbild für die Ableitung des Strahlungsgesetzes aufgenommen worden ist.

Planck hatte 1885 bis 1889 die theoretische Physik in seiner Vaterstadt Kiel vertreten und war dann durch das besondere Vertrauen von *Helmholtz*, der die Bedeutung des jungen Gelehrten früh erkannte, als Nachfolger *Kirchhoffs* an die Berliner Universität berufen worden.

Inzwischen hatte, durch *Maxwell* und *Hertz* verjüngt, die Elektrodynamik die führende Rolle in der Naturerkenntnis übernommen. Anschließend an die Arbeiten *Willy Wiens* stellte sich *Planck* das Programm, auf dem Gebiete der Strahlungstheorie die Elektrodynamik mit den thermodynamischen Prinzipien zu durchdringen. Dies Programm hat er, vom Jahre 1896 ab, mit seltenem Zielbewußtsein und Erfolge durchgeführt. Die ganze Reihe der Abhandlungen, (31) bis (50); dienen ausschließlich dieser als notwendig und zeitgemäß erkannten Entwicklungsphase des wissenschaftlichen Gedankens. Es ist ein schönes Beispiel wissenschaftlicher Konzentration, wie *Planck* während einer Reihe von Jahren, nicht rechts und links blickend, sein Ziel im Auge behielt. Die gleichzeitigen Messungen der Physikalisch-technischen Reichsanstalt gaben ihm dabei die Möglichkeit, seine theoretischen Ergebnisse an der Erfahrung zu prüfen. Das Endresultat war das Gesetz der „schwarzen Strahlung“, der „Energieverteilung im Normalspektrum“ (43), (49), das seitdem als „*Plancksches* Strahlungsgesetz“ weltberühmt geworden ist und sich bei allen späteren Strahlungsmessungen glänzend bewährt hat.

Der Weg, der zur Entdeckung des Strahlungsgesetzes geführt hat, war kein ganz gerader. *Planck* glaubte zunächst, aus seiner Theorie auf das vorher von *W. Wien* aufgestellte Strahlungsgesetz schließen zu sollen, welches nur einen Grenzfall (für tiefe Temperaturen oder kleine Wellenlängen) des allgemeinen Strahlungsgesetzes darstellt. Der andere Grenzfall (für hohe Temperaturen oder große Wellenlängen) die sogen. *Rayleighsche* Strahlungsformel, die sich vom Standpunkte der statistischen Theorie eigentlich zuerst hätte darbieten sollen, lag da-

mals Planck (ebenso wie Wien) fern und wurde erst durch die Messungen der Reichsanstalt (Lummer-Pringsheim und Rubens-Kurlbaum) zu Ansehen gebracht. „Der wichtigste und zugleich schwierigste Punkt der Untersuchung lag in dem Nachweis, daß eine durch den jeweiligen physikalischen Zustand des Systems vollkommen bestimmte Größe existiert, welche die Eigenschaft besitzt, bei allen in dem System sich abspielenden Vorgängen sich immer nur in einem bestimmten Sinne zu ändern, also, je nach der Definition ihres Vorzeichens, immer nur zu wachsen oder immer abzunehmen. Sobald eine derartige Funktion des Zustandes sich angeben läßt, ist zugleich auch der Nachweis geliefert, daß die physikalischen Vorgänge in dem System einseitig, irreversibel verlaufen, und daß sie beständig einem gewissen Endzustand, dem stationären Zustand, zustreben, welcher erreicht ist, wenn jene Funktion ihr absolutes Maximum bzw. Minimum annimmt“ (49). Es ist verständlich, daß das Suchen nach dem elektrodynamischen Analogon der thermodynamischen Entropie zunächst ein Tasten zwischen verschiedenen Möglichkeiten sein mußte und der Unterstützung durch die Erfahrung bedurfte. Immerhin waren durch Plancks konsequente Durchforschung des Gebietes die Möglichkeiten so eingeschränkt, daß er gewissermaßen mit dem zweiten Griff die endgültige Lösung faßte.

Noch wichtiger aber, als das Strahlungsgesetz selbst, sollte die Deutung werden, die Planck kurz darauf in einem Vortrag in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 14. Dezember 1900 (46), (47) der Ableitung des Strahlungsgesetzes untergelegt hat. In der Tat: Dieses Datum ist der Geburtstag der Quanten, zunächst der Energiequanten. Planck teilt die Strahlungsenergie des Schwingungsbereiches (ν , $d\nu$) in Einheiten von der Größe $h\nu$ und wendet auf diese die abzählenden Methoden Boltzmanns an. Damit war der Wissenschaft eine Aufgabe gestellt, die sie noch lange in Atem halten wird, die Aufgabe, die Forderung der Statistik nach einer scheinbar diskontinuierlichen Energiestruktur zu versöhnen mit der durchaus kontinuierlichen Ausbreitung der Energie im gesamten Erfahrungsgebiete der Elektrizität und ganz besonders in dem der Optik.

Die Quanten führten zunächst ein ziemlich stilles, auf das Gebiet der Wärmestrahlung zurückgezogenes Dasein. Planck selbst wandte sich fürs erste anderen Arbeitsgebieten zu, auf die wir noch zurückkommen werden, und kehrte erst zehn Jahre später, im Jahre 1911, zu den Quanten zurück. Offenbar fühlte er das Bedürfnis, zunächst den nötigen Abstand und eine größere Unbefangenheit gegenüber seinen bisherigen Gedankengängen zu gewinnen. Diese selbst stellte er 1906 in musterhafter Weise dar in seinen „Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung“ (68). Wir verfolgen hier zunächst in

kurzer Übersicht die Entwicklungsgeschichte der Quanten, wie sie sich, anfangs unabhängig von Planck, sodann unter dem Einfluß seines Eingreifens vollzogen hat.

Neues Leben bekamen die Quanten durch Einstein 1907. Er übertrug die Temperaturabhängigkeit der Planckschen Resonatorenergie auf den Wärmehalt der festen Körper überhaupt und konnte dadurch die Anomalien in der spezifischen Wärme der Körper befriedigend darstellen. Seitdem haben sich die Quanten überall bewährt, wo es die Erforschung der physikalischen Erscheinungen bei tiefen Temperaturen galt. Zunächst auf dem Gebiete der festen Körper in den großen Untersuchungen von Nernst über die spezifischen Wärmen, sodann in der Gastheorie bei der quantenhaften Entartung des zweiatomigen Wasserstoffs zu einem einatomigen Gase. Aber auch die Entartung des elektrischen Widerstandes (die Hyperkonduktibilität der Metalle) und die Änderung der magnetischen Eigenschaften der Körper bei tiefsten Temperaturen weisen, wenn auch in vorläufig noch dunkler Form, die Wirksamkeit der Quanten auf.

Die universelle Bedeutung der Quanten wurde deutlicher, als weiterhin auch die reinen Strahlungsphänomene, unabhängig von jeder Temperaturskala, ihren Zusammenhang mit den Planckschen Quanten zeigten. Das erste Beispiel lieferte der lichtelektrische Effekt (Einstein 1905) und im Röntgengebiete die sekundären Kathodenstrahlen. Auch die Stokessche Regel der Fluoreszenz konnte Einstein durch die Quantenvorstellung verständlicher machen. Stark wurde durch die Quantentheorie zu fruchtbaren experimentellen Fragestellungen angeregt. In der Ausbeute der photochemischen Reaktionen zeigten sich die Energiequanten ebenfalls an. Daß die Härte der Röntgenstrahlen durch Quantengesetze geregelt wird, ist lange vermutet und heutzutage dadurch sichergestellt, daß das Wirkungsquantum h mit großer Schärfe aus der kurzwelligen Grenze des Röntgenspektrums experimentell bestimmt werden kann.

Im Verlaufe dieser Untersuchungen war der Nachdruck mehr und mehr verschoben von den Energiequanten $h\nu$ auf das Wirkungsquantum h . Hier nun griff Planck, dessen Augenmerk von jeher mehr auf Erfassung der prinzipiellen Zusammenhänge als auf Erklärung der einzelnen Erfahrungstatsachen gerichtet war, in die Quantendiskussion erneut ein. In seinem Vortrage (90) auf dem Solvay-Kongreß 1911 faßte er das Wirkungsquantum als den Elementarbereich der Wahrscheinlichkeit in der Zustandsebene (p , q) des Resonators auf und gewann von hieraus (95) einen direkten Zugang zum Nernstschen Wärmethorem und zur Nullpunksentropie der Gase (110). Zugleich ging er von seiner Hypothese der Quantenabsorption und -emission über zu der neuen Quantenhypothese: kontinuierliche Absorption verbunden mit diskontinuierlicher Quan-

tenemission (88), (89). Diese „zweite Plancksche Quantenhypothese“ ergab sich als einziger Ausweg aus den logischen und erfahrungsmäßigen Schwierigkeiten, welche mit der ungeteilten Absorption eines ganzen Energiequantums, insbesondere im Röntgengebiete und im optischen Gebiete bei starker Verdünnung der Lichtenergie, verbunden waren. Der zweiten Quantenhypothese entspricht die zweite Auflage der „Wärmestrahlung“ 1913, in der der neue Standpunkt konsequent durchgeführt wird. Die Akten über die neue Quantenhypothese sind noch nicht geschlossen und werden auch von Planck nicht als abgeschlossen angesehen. Viele Physiker neigen nach dem Grundsatz „credo quia absurdum“ mehr der ursprünglichen Quantenhypothese zu, während sie die neue Quantenhypothese als einen abgeschwächten Kompromiß ansehen. Man darf aber nicht übersehen, daß die neueste Evolution der Quantentheorie im Bohrschen Atommodell auffallende Züge gemein hat mit der zweiten Planckschen Hypothese, nämlich die Strahlungsfreiheit des Oszillators (oder Rotators) in seinem allgemeinen Verhalten und die diskrete Quantenausstrahlung in besonderen Zuständen; auch die Nullpunktsenergie, aus der in der zweiten Planckschen Hypothese die diskrete Emission gespeist werden muß, findet eine gewisse Bestätigung in dem Verhalten Bohrscher Atome und in ihrer von der Temperatur unabhängigen inneren Eigenbewegung. Übrigens hat Planck neuerdings das Hilfsmittel seines Oszillators bei der Untersuchung der schwarzen Strahlung aufgegeben und bevorzugt das der Wirklichkeit näherstehende Bild des Rotators (106), (113), (114), mit welchem er die für die Quantentheorie charakteristischen Beobachtungen gewisser Absorptionsbanden diskutieren kann.

Die ganze Bedeutung der Quantentheorie für die Grundtatsachen der Physik und Chemie wurde aber erst 1913 klar, als Niels Bohr seine Theorie der Spektren und der Atome veröffentlichte. Wir wollen gewiß nicht den Anteil der Rutherford'schen Kerntheorie an dem Erfolge des Bohrschen Modelles unterschätzen und noch weniger die eigenen Leistungen Bohrs. Aber als eigentliches Fundament der Bohrschen Theorie müssen wir doch die Plancksche Quantenschöpfung ansehen. In dieser Überzeugung habe ich als Titel meiner diesbezüglichen Annalenarbeit absichtlich gewählt: „Zur Quantentheorie der Spektrallinien“ und ich war angenehm überrascht, denselben Titel über der zurzeit letzten Arbeit aus der Feder Bohrs zu lesen: „On the quantum theory of spectral lines“. Durch die Bohrsche Theorie wird die früher rätselhafte Rydberg-Ritzsche Konstante auf das Plancksche h zurückgeführt, wird der Aufbau der Atome quantenhaft begründet und die spektrale Ausstrahlung als Quantenemission erkannt. In den ersten Zeiten der Quantentheorie stellte man wohl die Aufgabe, das Plancksche h aus den Tatsachen des

Atomismus zu verstehen. Wir sehen jetzt deutlich, daß die Aufgabe umzukehren ist: „Man soll nicht das h aus den Abmessungen der Atome ableiten, sondern man soll die Existenz der Atome als Folge der Existenz des Wirkungsquantums ansehen“ (wie ich 1911 auf dem Solvay-Kongreß aussprach).

Über Bohr hinausgehend hat Planck selbst (104), (107) im Jahre 1916 gleichzeitig und in voller Übereinstimmung mit dem Verfasser dieser Zeilen diejenige allgemeine Formulierung der Quantengesetze für Systeme mehrerer Freiheitsgrade entwickelt, die zur feineren Theorie der Spektren erforderlich ist. Der allgemeine Standpunkt von der Überlegenheit des Wirkungsquantums über die Energiequanten bewährt sich dabei vollständig; an die Stelle der Phasenebene (p, q) und ihrer Wahrscheinlichkeitsbereiche tritt der Phasenraum und seine Strukturierung; die Energiequanten gibt es nurmehr im Spezialfalle des periodischen Oszillators. Seitdem hat sich das Anwendungsgebiet der Quanten ins Unbegrenzte erweitert. Es genüge, an die elektrische Zerlegung der Spektrallinien (Stärkeffekt) und an die diskontinuierlich auftretenden Geschwindigkeiten der β -Strahlen zu erinnern. Diese Erscheinungen bleiben ohne die Quantentheorie unverständlich, werden aber durch dieselbe nach Epstein bis in alle numerischen Einzelheiten wiedergegeben. Wenn die Welt erst wieder zu wissenschaftlicher Sammlung Zeit und Ruhe finden wird, sehen wir den größten wissenschaftlichen Überraschungen entgegen, die aus der Verbindung von Quantentheorie und Atomismus erwachsen werden.

Als die Lauesche Entdeckung bekannt wurde, hat sich mancher gewundert, daß eine neue Fundamentaltatsache auf dem Boden der klassischen Optik gewonnen werden konnte, die mit Lichtquanten nichts zu tun hatte. Die Sache änderte sich aber bald. Es war nur nötig, nach der Laueschen Methode das Spektrum der Röntgenstrahlen zu entwerfen, um darin die deutlichen Spuren der Quanten zu erkennen: in der Serien- und Dublettanordnung der Röntgenlinien und in der ultravioletten Grenze des kontinuierlichen Röntgenspektrums. Seit dieser Erkenntnis wissen wir, daß auch die inneren Teile der Schweratome, in denen die Röntgenstrahlen entstehen, von Quantengesetzen beherrscht werden, daß die Quantentheorie den Atomismus bis ins Innerste durchdringt.

Wir gehen von der Gegenwart und Zukunft der Quantentheorie zurück zu demjenigen Zeitpunkt, da der Schöpfer dieser Theorie seine Arbeit daran vorübergehend unterbrach. Er wandte zunächst seine für die Strahlung ausgearbeiteten Methoden auf die gewöhnliche Optik an. So erörterte er die Natur des weißen Lichtes (52), ergänzte die Drudesche Theorie der Dispersion nach Seiten der Strahlungsdämpfung und des molekularen Aufbaus der Materie (51), (62).

ging auf die Metalloptik im Anschluß an die Versuche von *Hagen* und *Rubens* ein (60) und erweiterte seine bzw. *Boltzmanns* Ableitung der Zustandsgleichung der idealen Gase auf den Fall von der Waalsscher Gase mit Eigenvolumen (78).

Besonders lebhaft und erfolgreich aber beschäftigte ihn in dieser Zwischenzeit, in der die Arbeit an der Quantentheorie ruhte, die neue Lehre der Relativität von Raum und Zeit. „Ein physikalischer Gedanke von der Einfachheit und Allgemeinheit, wie der in dem Relativitätsprinzip enthaltene, verdient es, auf mehr als eine einzige Art, geprüft zu werden“ (67). *Planck* beschäftigte sich zunächst mit der allgemeinen relativistischen Form der mechanischen Grundgleichungen, die er vor *Minkowski* aufstellte (67), diskutierte die Kaufmannschen Messungen als Entscheidung für oder wider das Relativitätsprinzip (69), (71) und trat schließlich mit der großen Arbeit „Zur Dynamik bewegter Systeme“ (74) vollständig auf den Boden der neuen Lehre. Charakteristisch für die Denkweise *Plancks* ist es, wie er hier — unter Erweiterung der Dissertation seines Schülers *v. Mosengeil* — die thermodynamischen Begriffe mit dem Relativitätsprinzip verbindet; eine allgemeine Dynamik ist nach *Planck* ohne die Thermodynamik unvollständig. Auch die Quantentheorie spricht in dieser vielseitigen und tiefen Arbeit ein Schlußwort, indem sich die Wirkungsgröße als allgemeine relativistische Invariante ergibt. Er kann daher den bedeutungsvollen Satz formulieren: „Einer jeden Veränderung in der Natur entspricht eine bestimmte, von der Wahl des Bezugssystems unabhängige Anzahl von Wirkungselementen.“ Wiederholt ist er später in allgemeinen, formenschönen Vorträgen auf die Relativitätstheorie zurückgekommen, so in den Columbia-Vorlesungen (82) und bei der Königsberger Naturforschergesellschaft (84).

Auch sonst hat *Planck* in den letzten Jahren wiederholt in öffentlichen Reden die neuesten Fragen der physikalischen Erkenntnis in wirkungsvoller und allgemeinfäßlicher Form behandelt, die Quantenhypothese, die Statistik, das Nernst'sche Wärmetheorem, so namentlich in seinem Rektoratsjahre und in seiner Stellung an der Berliner Akademie (93), (96), (101), (111). Seine didaktische Seite und seine Tätigkeit als gewissenhafter Hochschullehrer kommt zur Geltung in dem jüngst erschienenen elementar gehaltenen *Mechanik-Lehrbuche* (108).

Wer jemals mit *Planck* amtlich oder literarisch zu tun hatte, hat die unbeirrbare, wohlwollende Sachlichkeit seines Urteils, die Zuverlässigkeit und Klarheit seines Wesens tief empfunden. Nur einmal sahen wir ihn aus seiner sachlichen Zurückhaltung heraustreten und eine fast leidenschaftliche Polemik aufnehmen, in der Aussprache mit *Ernst Mach* über die Erkenntnistheorie der Naturwissenschaften (80), (85). Hier galt es für *Planck* das Recht der physikalischen Forschung

auf freie Hypothesenbildung, den Glauben an die Einfachheit und Schönheit der Naturgesetze, die Gesundheit der physikalischen Weltanschauung zu verteidigen gegenüber einer Philosophie, die die Naturgesetze zu bloßen funktionalen Abhängigkeiten ohne kausale Färbung heruntersetzen und die Naturwissenschaft nur als eine „ökonomische Anpassung unserer Gedanken an unsere Empfindungen“ hinstellen wollte. Daß diese Philosophie gerade von einem so bedeutenden und universellen Naturforscher wie *Mach* vertreten wurde, konnte *Plancks* sachliches Urteil von ihrer Unfruchtbarkeit nicht schwächen.

Eine peinlich genaue Zeiteinteilung, ein geregelter Wechsel zwischen Arbeit und Erholung, völlige Ausspannung in jedem Jahr während mehrerer Ferienwochen, zusammen mit einer vornehmen und scheinbar kühlen Zurückhaltung haben *Planck* trotz der eminenten Leistungen seines schaffenden Geistes vor jeder Überarbeitung bewahrt und ihm die jugendliche Elastizität des Körpers und Geistes erhalten. Sie haben es ihm ermöglicht, neben der anspannenden Arbeit in der abstraktesten Region des wissenschaftlichen Gedankens die schwere Belastung der Berliner Lehrtätigkeit zu tragen und neuerdings die nicht geringen Pflichten eines ständigen Sekretärs der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu übernehmen. Wir wünschen ihm und uns, daß seine Arbeitskraft noch weitere Jahrzehnte ungeschwächt anhält, daß er insbesondere die von ihm gestreute Quantensaat zu immer reicheren und wunderbareren Früchten heranreifen sehen möge, als schönsten Lohn und als lebendiges Denkmal seiner treuen Arbeit!

Publikations-Verzeichnis.

1. Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie. Inauguraldissertation. München, Th. Ackermann, S. 1—61, 1879.
2. Gleichgewichtszustände isotroper Körper in verschiedenen Temperaturen, Habilitationsschrift. München, Th. Ackermann, S. 1—63, 1880.
3. Die Theorie des Sättigungsgesetzes. Wied. Ann. 13, S. 535—543, 1881.
4. Verdampfen, Schmelzen und Sublimieren. Wied. Ann. 15, S. 446—475, 1882.
5. Über das thermodynamische Gleichgewicht von Gasgemengen, Wied. Ann. 19, S. 358—378, 1883.
6. Zur Theorie der Flüssigkeitsstrahlen. Wied. Ann. 21, S. 499—509, 1884.
7. Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Leipzig, B. G. Teubner, 1887. Dritte Auflage, 1913.
8. Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie. Erste Abhandlung. Gesetze des Verlaufs von Reaktionen, die nach konstanten Gewichtsverhältnissen vor sich gehen. Wied. Ann. 30, S. 562 bis 582, 1887.
9. Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie. Zweite Abhandlung. Gesetze der Dissoziation gasförmiger Verbindungen. Wied. Ann. 31, S. 189 bis 203, 1887.

10. Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie. Dritte Abhandlung. Gesetze des Eintritts beliebiger thermodynamischer und chemischer Reaktionen. Wied. Ann. 32, S. 462—503, 1887.
11. Über die molekulare Konstitution verdünnter Lösungen. Zeitschrift für phys. Chem. 1, S. 577 bis 582, 1887.
12. Das chemische Gleichgewicht in verdünnten Lösungen. Wied. Ann. 34, S. 139—154, 1888.
13. Über die Hypothese der Dissoziation der Salze in sehr verdünnten Lösungen. Zeitschr. f. phys. Chem. 2, S. 343, 1888.
14. Über die Dampfspannung von verdünnten Lösungen flüchtiger Stoffe. Zeitschr. f. phys. Chem. 2, S. 405—414, 1888.
15. Zur Theorie der Thermoelektrizität in metallischen Leitern. Wied. Ann. 36, S. 624—643, 936, 1889.
16. Über den osmotischen Druck. Zeitschr. f. phys. Chem. 6, S. 187—189, 1890.
17. Über die Erregung von Elektrizität und Wärme in Elektrolyten. Wied. Ann. 39, S. 161—181, 1890.
18. Über die Potentialdifferenz zwischen zwei verdünnten Lösungen binärer Elektrolyte. Wied. Ann. 40, S. 561—577. Verh. d. phys. Ges. Berlin, S. 45—49, 1890.
19. Allgemeines zur neueren Entwicklung der Wärmetheorie. Zeitschr. f. phys. Chem. 8, S. 647—656, 1891.
20. Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie. Wied. Ann. 44, S. 383—428, 1891.
21. Bemerkungen über das Carnot-Clausius'sche Prinzip. Wied. Ann. 46, S. 162—166, 1892.
22. Notiz zur Theorie der Diffusion und Elektrolyse. Zeitschr. f. phys. Chem. 9, S. 347—348, 1892.
23. Erwiderung auf einen von Herrn Arrhenius erhobenen Einwand. Zeitschr. f. phys. Chem. 9, S. 636 f., 1892.
24. Ein neues Harmonium in natürlicher Stimmung nach dem System C. Eitz. Verh. d. phys. Ges. Berlin 12, S. 8—9, 1893.
25. Der Kern des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie. Zeitschr. f. d. phys. und chem. Unterricht 6, S. 217—221, 1893.
26. Grundriß der allgemeinen Thermochemie. Breslau, E. Trewendt, 1893.
- 26a. *Heinrich Rudolf Hertz* †. Rede zu seinem Gedächtnis in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 16. Februar 1894 gehalten. Leipzig, J. A. Berth, 1894. Naturwiss. Rundsch. 9, S. 170, 1894.
27. Über den Beweis des Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilungsgesetzes unter Gasmolekülen. Münch. Ber. 24, S. 391—394, 1894. Wied. Ann. 55, S. 220—222, 1895.
28. Absorption und Emission elektrischer Wellen durch Resonanz. Berl. Ber. 1895, S. 289—301. Wied. Ann. 57, S. 1—14, 1896.
29. Gegen die neuere Energetik. Wied. Ann. 57, S. 72—78, 1896.
30. Vorlesungen über Thermodynamik. Veit & Comp., Leipzig. Erste Auflage 1897. Fünfte Auflage 1917. Englische Übersetzung 1903. Französische Übersetzung 1913.
31. Über elektrische Schwingungen, welche durch Resonanz erregt und durch Strahlung gedämpft werden. Berl. Ber. 1896, S. 151—170. Wied. Ann. 60, S. 577—599, 1897.
32. Über irreversible Strahlungsvorgänge. (Erste Mitteilung.) Berl. Ber. 1897, S. 57—68.
33. Über irreversible Strahlungsvorgänge. (Zweite Mitteilung.) Berl. Ber. 1897, S. 715—717.
34. Über irreversible Strahlungsvorgänge. (Dritte Mitteilung.) Berl. Ber. 1897, S. 1122—1145.
35. Notiz zur Theorie der Dämpfung elektrischer Schwingungen. Wied. Ann. 63, S. 419—422, 1897.
36. Über die Maxwellsche Theorie der Elektrizität. Naturw. Rundsch. 13, S. 541, 1898.
37. Über irreversible Strahlungsvorgänge. (Vierte Mitteilung.) Berl. Ber. 1898, S. 449—476.
38. Über irreversible Strahlungsvorgänge. (Fünfte Mitteilung.) Berl. Ber. 1899, S. 440—480.
39. Die Maxwellsche Theorie der Elektrizität von der mathematischen Seite betrachtet. Jahresber. d. D. math. Vereinigung 7, S. 77—89, 1899.
40. Über irreversible Strahlungsvorgänge. Ann. d. Phys. 1, S. 69—122, 1900.
41. Bemerkungen zu einer Abhandlung über Thermodynamik des Herrn K. v. Wesendonck. Ann. d. Phys. 1, S. 621—624, 1900.
42. Entropie und Temperatur strahlender Wärme. Ann. d. Phys. 1, S. 719—737, 1900.
43. Über eine Verbesserung der Wienschen Spektralgleichung. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 2, S. 202 bis 204, 1900.
44. Ein vermeintlicher Widerspruch des magneto-optischen Faraday-Effektes mit der Thermodynamik. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 2, S. 206 bis 210, 1900.
45. Kritik zweier Sätze des Herrn W. Wien. Ann. d. Phys. 3, S. 764—766, 1900.
46. Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 2, S. 237—245, 1900.
47. Über das Gesetz der Energieverteilung im Normalspektrum. Ann. d. Phys. 4, S. 553—563, 1901.
48. Über die Elementarquanten der Materie und der Elektrizität. Ann. d. Phys. 4, S. 564—566, 1901.
49. Über irreversible Strahlungsvorgänge (Nachtrag). Berl. Ber. 1901, S. 544—555. Ann. d. Phys. 6, S. 818—831, 1901.
50. Vereinfachte Ableitung der Schwingungsgesetze eines linearen Resonators im stationär durchstrahlten Felde. Phys. Zeitschr. 2, S. 530—534, 1901.
51. Zur elektromagnetischen Theorie der Dispersion in isotropen Nichtleitern. Berl. Ber. 1902, S. 470 bis 494.
52. Über die Natur des weißen Lichtes. Ann. d. Phys. 7, S. 390—400, 1902.
53. Über die von einem elliptisch schwingenden Ion emittierte und absorbierte Energie. Archives Néerlandaises, Jubelband für H. A. Lorentz, 1900, S. 164—174. Ann. d. Phys. 9, S. 619—628, 1902.
54. Zur Thermodynamik und Dissoziationstheorie binärer Elektrolyte. Zeitschr. f. phys. Chem. 41, S. 212—223, 1902.
55. Über die Verteilung der Energie zwischen Äther und Materie. Archives Néerlandaises, Jubelband für J. Bosscha, 1901, p. 55—66. Ann. d. Phys. 9, S. 629—641, 1902.
56. Über die Grundlage der Lösungstheorie, eine Erwiderung. Ann. d. Phys. 10, S. 436—445, 1903.
57. Über den osmotischen Druck einer Lösung von merklich variabler Dichte. Zeitschr. f. phys. Chem. 42, S. 584—590, 1903.

58. Metalloptik und Maxwell'sche Theorie. Berl. Ber. 1903, S. 558—559.
59. Zur elektro-magnetischen Theorie der selektiven Absorption in isotropen Nichtleitern. Berl. Ber. 1903, S. 480—498.
60. Über die optischen Eigenschaften der Metalle für lange Wellen. Berl. Ber. 1903, S. 278—280.
61. Mr. *Swinburne* and Entropy. *Electrician* 50, S. 694—695, 821, 1903.
62. Über die Extinktion des Lichtes in einem optisch homogenen Medium von normaler Dispersion. Berl. Ber. 1904, S. 740—750.
63. Über die mechanische Bedeutung der Temperatur und der Entropie. Boltzmann Festschrift S. 113 bis 122, 1904.
64. Normale und anomale Dispersion in nichtleitenden Medien von variabler Dichte. Berl. Ber. 1905, S. 382—394.
65. On Clausius Theorem for irreversible Cycles, and on the Increase of Entropy. *Phil. Mag.* (6) 9, S. 167—168, 1905.
66. *Paul Drude*. Gedächtnisrede, gehalten in der Sitzung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 30. November 1906. Verh. d. Deutsch. phys. Ges. 8, S. 599—630, 1906.
67. Das Prinzip der Relativität und die Grundgleichungen der Mechanik. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 8, S. 136—141, 1906.
68. Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. Erste Auflage 1906. Zweite Auflage 1913.
69. Die Kaufmann'schen Messungen der Ablenkbarkeit der β -Strahlen in ihrer Bedeutung für die Dynamik der Elektronen. Verh. d. Ges. D. Naturf. und Ärzte, Stuttgart 1906, Bd. 2 (1), S. 61 bis 62, 1907. Verh. d. D. Phys. Ges. 8, S. 418 bis 432, 1906, *Phys. Zeitschr.* 7, S. 753—761, 1906.
70. Bemerkung über die Konstante des Wienschen Verschiebungsgesetzes. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 8, S. 695—696, 1906.
71. Nachtrag zu der Besprechung der Kaufmann'schen Ablenkungsmessungen. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 9, S. 301—305, 1907.
72. *Wilhelm von Bezold*. Verh. d. Phys. Ges. 9, S. 91 bis 93, 1907.
73. Zur Theorie der Dispersion. *Phys. Zeitschr.* 8, S. 906, 1907.
74. Zur Dynamik bewegter Systeme. Berl. Ber. 1907, S. 542—570. *Ann. d. Phys.* (4) 26, S. 1—34, 1908.
75. *Adolf Paalzow*. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 10, S. 17, 1908.
76. Bemerkungen zum Prinzip der Aktion und Reaktion in der allgemeinen Dynamik. Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte zu Köln 1908. Verh. d. D. Phys. Ges. 10, S. 728—732, 1908. *Phys. Zeitschr.* 9, S. 828—830, 1908.
77. Zur Theorie der Dispersion. *Phys. Zeitschr.* 9, S. 354, 1908.
78. Über die kanonische Zustandsgleichung einatomiger Gase. Berl. Ber. 1908, S. 633—647.
79. Zur kinetischen Gastheorie. Eine kritische Untersuchung. *Phys. Zeitschr.* 10, S. 195—196, 1909.
80. Die Einheit des physikalischen Weltbildes. Leipzig, S. Hirzel, 1909. *Phys. Zeitschr.* 10, S. 62 bis 75, 1909.
81. Zur Theorie der Wärmestrahlung. *Ann. d. Phys.* 31, S. 758—768, 1910.
82. Acht Vorlesungen über theoretische Physik. Leipzig, S. Hirzel, 1910.
83. Gleichförmige Rotation und Lorentz Kontraktion. *Phys. Zeitschr.* 11, S. 294, 1910.
84. Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung. Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. und Ärzte zu Königsberg 1910, Bd. 1, S. 58—75, 1911. Leipzig, S. Hirzel, S. 1—33, 1910. *Naturw. Rundschau* 25, S. 521—525, 533 bis 536, 1910. *Phys. Zeitschr.* 922—932, 1910.
85. Zur Mach'schen Theorie der physikalischen Erkenntnis. Eine Erwiderung. *Phys. Zeitschr.* 11, S. 1186—1190, 1910.
86. Über den Inhalt und die Bedeutung des Nernst'schen Wärmethorems für die reine Thermodynamik. Berl. Ber. 1910, S. 865.
87. Energie et température. Vortrag, gehalten am 21. April 1911 in Paris bei der Ostertagung der Französischen Physikalischen Gesellschaft. *Journ. de phys.* (5) 1, 345—359, 1911. *Phys. Zeitschr.* 12, 681—687, 1911.
88. Eine neue Strahlungshypothese. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 13, S. 138—148, 1911.
89. Zur Hypothese der Quantenemission. Berl. Ber. 1911, S. 723—731.
90. Die Gesetze der Wärmestrahlung und die Hypothese der elementaren Wirkungsquanten. Vortrag, gehalten auf dem Solvay-Kongreß, Brüssel 1911. Paris, Gauthier-Villars 1912. Deutsche Übersetzung Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1914.
91. Über neuere thermodynamische Theorien (Nernst'sches Wärmethorem und Quantenhypothese). Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 45, S. 5—23, 1912. *Phys. Zeitschr.* 13, S. 165—175, 1912. Akadem. Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1912.
92. Über die Begründung des Gesetzes der schwarzen Strahlung. *Ann. d. Phys.* 37, S. 642—656, 1912.
93. Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis. Rede, gehalten in der Berliner Universität anlässlich der Übernahme des Rektorats. Berlin 1913. Englische Übersetzung. *Phil. Mag.* (6) 28, S. 60 bis 71, 1914.
94. Über das Gleichgewicht zwischen Oszillatoren, freien Elektronen und strahlender Wärme. Berl. Ber. 1913, S. 350—363.
95. Die gegenwärtige Bedeutung der Quantenhypothese für die kinetische Gastheorie. *Wolfskehl* Vortrag, Göttingen, April 1913. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, S. 3—16, 1914. *Phys. Zeitschr.* S. 14, S. 258, 1913. Göttinger Nachr., math.-phys. Kl. 1913, S. 137—140.
96. Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. Rede, gehalten in der Berliner Universität. Leipzig, Johann Ambrosius Barth 1914.
97. Verhältnis der Theorien zueinander. Die Kultur der Gegenwart 3 (3), 1, Physik, S. 714—731. Leipzig, B. G. Teubner 1914.
98. Das Prinzip der kleinsten Wirkung. Die Kultur der Gegenwart 3 (3), 1, Physik, S. 692—702. Leipzig, B. G. Teubner, 1914.
99. Eine veränderte Formulierung der Quantenhypothese. Berl. Ber. 1914, S. 918—923.
100. *Eduard Ricke*. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 17, S. 217—218.
101. Ansprache, gehalten in der öffentl. Sitzung der Berliner Akademie zur Feier des Leibnitz'schen Jahrestages vom 1. Juli. Berl. Ber. 1915, S. 481 bis 484.

102. Über Quantenwirkungen in der Elektrodynamik. Berl. Ber. 1915, S. 512—519.
103. Bemerkung über die Emission von Spektrallinien. Berl. Ber. 1915, S. 909—913.
104. Die Quantenhypothese für Molekeln mit mehreren Freiheitsgraden (Erste und zweite Mitteilung). Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 17, S. 407—418, 438—451, 1915.
105. Bemerkung über die Entropiekonstante zweiatomiger Gase. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 17, S. 418—419, 1915.
106. Über die Energieverteilung in einem System rotierender Dipole. Elster-Geitel-Festschrift S. 313 bis 317, 1915.
107. Die physikalische Struktur des Phasenraumes. Ann. d. Phys. 50, S. 385—418, 1916.
108. Einführung in die allgemeine Mechanik. Leipzig, S. Hirzel, 1916.
109. Bemerkung zur quantentheoretischen Deutung der Rubens-Hettnerschen Spektralmessung. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 18, S. 168—172, 1916.
110. Über die absolute Entropie einatomiger Körper. Berl. Ber. 1916, S. 653—667.
111. Ansprache, gehalten in der Berliner Akademie in der öffentlichen Sitzung am 25. Januar zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrichs II. Berl. Bericht 1917, S. 35—40.
112. Zur Theorie des Rotationsspektrums. (Vorläufige Mitteilung.) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 19, S. 43—47, 1917.
113. Zur Theorie des Rotationsspektrums. (Erste Mitteilung.) Ann. d. Phys. 52, S. 491—505, 1917.
114. Zur Theorie des Rotationsspektrums. (Zweite Mitteilung.) Ann. d. Phys. 53, S. 241—256, 1917.
115. Über einen Satz der statistischen Dynamik und seine Erweiterung in der Quantentheorie. Berl. Ber. 1917, S. 324—341.

R. Clausius, Die mechanische Wärmetheorie, 2. Auflage der Abhandlungen „Über die mechanische Wärmetheorie“. 3. Band: Entwicklung der besonderen Vorstellung von der Natur der Wärme als einer Art der Bewegung. Herausgegeben von *M. Planck* und *C. Pulfrich*. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1891.

R. Clausius, Über die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, welche sich daraus für die Wärmelehre selbst ableiten lassen (1850). Herausgegeben von *M. Planck*. Ostwalds Klassiker Nr. 99. Leipzig, W. Engelmann, 1898.

Gustav Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik, Band III. „Elektrizität und Magnetismus“. Herausgegeben von *M. Planck*. Leipzig. B. G. Teubner, 1891.

Gustav Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik, Bd. IV. Theorie der Wärme. Herausgegeben von *M. Planck*. Leipzig, B. G. Teubner, 1894.

Gustav Kirchhoff, Abhandlungen über Emission und Absorption. I. Über die Fraunhoferschen Linien (1859). II. Über den Zusammenhang zwischen Emission und Absorption von Licht und Wärme (1859). III. Über das Verhältnis zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen der Körper für Wärme und Licht (1860—1862). Herausgegeben von *M. Planck*. Ostwalds Klassiker, Nr. 100. Leipzig, W. Engelmann, 1898.

Gustav Kirchhoff, Abhandlungen über mechanische Wärmetheorie. I. Über einen Satz der mechanischen Wärmetheorie und einige Anwendungen desselben

(1858). II. Bemerkung über die Spannung des Wasserdampfes bei Temperaturen, die dem Eispunkt nahe sind (1858). III. Über die Spannung des Dampfes von Mischungen von Wasser und Schwefelsäure (1858). Herausgegeben von *M. Planck*. Ostwalds Klassiker Nr. 101. Leipzig, W. Engelmann, 1898.

Über Plancks Verdienste um die Experimentalphysik.

Von Prof. E. Warburg, Berlin-Charlottenburg.

Planck ist wie *Clausius* reiner Theoretiker. experimentell hat er sich nicht betätigt. Gleichwohl stehen die am meisten bahnbrechenden unter seinen Arbeiten, nämlich diejenigen, welche die Theorie der Strahlung betreffen, in engster Beziehung zu spezieller experimenteller Forschung; aus solcher sind sie hervorgegangen und auf solche haben sie rückwirkend einen mächtigen Einfluß ausgeübt.

Die Physik hat seit ihrer klassischen Periode, besonders in Deutschland, ein neues Gesicht angenommen. *Planck* selbst hat diese Wandlung durchgemacht, so scheint es hier am Platz, einen Blick auf dieselbe zu werfen.

In seiner Gedächtnisrede auf *Gustav Magnus* sagt *Helmholtz*: „Wenn wir nur alle darüber einig sind, daß die Wissenschaft zur Aufgabe hat, die Gesetze der Tatsachen zu finden, so kann man es jedem überlassen, je nach seiner Neigung sich entweder frisch in die Tatsachen zu stürzen und zu suchen, wo ihm die Spuren noch unbekannter Gesetze aufstoßen mögen, oder aber von den schon bekannten Gesetzen her die Punkte aufzusuchen, wo neue Tatsachen zu entdecken sein werden.“

In bezug auf den ersten Weg wird sich wohl nie viel ändern, er führt naturgemäß auf nicht Erwartetes, nicht zu Erwartendes und gibt so vielleicht den stärksten Anstoß zu neuen Entwicklungsreihen. Die Entdeckung des Zeeman-Effekts, der Röntgenstrahlen und der Radioaktivität sind Beispiele hierfür aus unserer Zeit. Bei der Erörterung des zweiten Weges, welcher von der mathematischen Physik beschritten wird, betont *Helmholtz*, daß auch diese eine reine Erfahrungswissenschaft sei, daß sie keine anderen Prinzipien zu befolgen habe als die experimentelle Physik. Er bespricht besonders die Methoden, durch welche man die von den Zufälligkeiten der Form, Größe und Lage der zusammenwirkenden Körper befreiten, die Volumelemente betreffenden Gesetze aufzusuchen hat. Er wendet sich gegen die zu Anfang des 19. Jahrhunderts geübte Methode, hierbei Hypothesen über den atomistischen Bau der Körper zugrunde zu legen, obgleich man von den Atomen damals noch so gut wie gar nichts gewußt habe. Dies hat sich nun seit der Zeit, zu welcher *Helmholtz* jene Rede hielt, sehr geändert; es ist seitdem gelungen, die Atome zu zählen, zu messen und Wirkungen einzelner derselben zu sehen. Schon während der

klassischen Periode durch *Clausius*, *Maxwell*, *Boltzmann*, *van der Waals*, zu Ehren gebracht, steht gegenwärtig die Atomistik an der Spitze der Forschung und würde wahrscheinlich auch von *Helmholtz*, wenn er noch lebte, in ihrer jetzigen Form anerkannt werden. Denn das, wogegen er sich besonders wendet, ist die Theorie, welche es nicht für nötig hält, die Folgerungen aus ihren, ihr als Axiome erscheinenden Hypothesen an der Erfahrung zu prüfen.

Planck steht im Anfang seiner Laufbahn ganz auf dem Boden der klassischen Theorie, indem er atomistische Betrachtungen geflissentlich vermeidet. Aber auch in seinen späteren Arbeiten, welche auf der Atomistik fußen, insbesondere in seinen Untersuchungen über die Strahlung, erweist er sich in bezug auf sein Verhältnis zum Experiment als echter Schüler von *Helmholtz*. Nachdem er zuerst die Ansicht von der Notwendigkeit des Wienschen Strahlungsgesetzes vertreten hat, wird er durch die Experimentaluntersuchungen von *Lummer* und *Pringsheim* und die von *Kurlbaum* und *Rubens* sofort veranlaßt, diese Ansicht fallen zu lassen. Er stellt zunächst versuchsweise sein neues Strahlungsgesetz auf, dessen theoretische Begründung ihm bald darauf gelingt. Das Wiensche Gesetz gilt nur für sehr dünne Strahlung, also für Strahlung sehr tiefer Temperatur, wobei, da es auf das Produkt $\lambda \cdot T$ ankommt, längere Wellen tiefere Temperaturen erfordern. So kommt es, daß für die Berechnung von Strahlungsversuchen im Ultrarot in der Regel auf *Plancks* Gesetz zurückgegriffen werden muß; auch im sichtbaren Gebiet muß dieses Gesetz angewandt werden, wenn es sich um sehr hohe Temperaturen, wie bei gewissen Sternen, handelt.

Von noch viel allgemeinerer Bedeutung für die experimentelle Forschung ist die von *Planck* zur theoretischen Begründung seines Strahlungsgesetzes aufgestellte Quantenhypothese. Zunächst konnte er aus ihr die Avogadrosche Zahl berechnen, für welche bis dahin nur Schätzungen vorlagen. Aus dieser Zahl und der Valenzladung ergab sich das elektrische Elementarquantum, welches *Planck* im Jahre 1900 zu $4,69 \cdot 10^{-10}$ e. s. Einh. bestimmte, das ist sehr nahe der aus verschiedenen experimentellen Daten später ermittelte Wert, während die älteren Angaben noch zwischen $1,3$ und $6,5 \cdot 10^{-10}$ schwankten.

Aber außerdem liefert die Quantentheorie heutzutage theoretische Grundlagen für eine Fülle von Gebieten, z. B. für die Gebiete der spezifischen Wärme, der Spektroskopie, der Photochemie. Viele hervorragende Forscher, welche die von *Planck* eröffnete Bahn betraten, haben sich an diesen Untersuchungen beteiligt, in besonders grundlegender Weise die Herren *Einstein* und *Bohr*. Aber im Mittelpunkt all dieser Anwendungen steht die Plancksche universelle Konstante h , deren genaue Bestimmung zurzeit eine der wichtigsten Aufgaben der experimentellen Forschung bildet und deren Entdeckung mir als

das bedeutungsvollste Ergebnis der Planckschen Forschungen erscheint.

Charlottenburg, den 12. Februar 1918.

Die Entwicklung von Max Plancks Strahlungstheorie.

Von Geheimrat Prof. Dr. W. Wien, Würzburg.

Die eigentliche Strahlungstheorie baute sich, da es sich um eine Wirkung der Wärme handelt, zunächst auf die mechanische Wärmetheorie auf. Ihr erster Erfolg war das Kirchhoffsche Gesetz über das Verhältnis von ausgestrahlter zu absorbiert Wärme. Viel später folgte unter Heranziehung der elektromagnetischen Lichttheorie das Gesetz von *Stefan-Boltzmann*. Mit dem von mir aufgefundenen Verschiebungsgesetz, welches ausagt, daß bei der Strahlung eines schwarzen Körpers die Temperaturänderung das Produkt aus Temperatur und Wellenlänge konstant läßt, waren die Folgerungen, die sich aus der Wärmelehre ziehen lassen, erschöpft. Ich konnte schon bald hernach darauf hinweisen, daß es nicht möglich ist, durch reinthermodynamische Betrachtungen die Energieverteilung im Spektrum der Wärmestrahlung eines schwarzen Körpers festzustellen, obwohl sich behaupten ließ, daß diese Verteilung dem Maximum der Entropie entsprechen muß. Für die Entropie der Strahlung hatte ich auch bereits die thermodynamisch ableitbaren Ausdrücke aufgestellt und die Folgerungen gezogen, daß einem Lichtstrahl im freien Raum eine bestimmte angebbare Entropie zukommen muß. Merkwürdigerweise fand diese, jetzt wohl allgemein angenommene Verallgemeinerung des Entropiebegriffs, Widerspruch und Lord *Kelvin* hat sich ihr bis zu seinem Tode nicht anschließen können und sich noch im Jahre 1904 mir gegenüber gesprächsweise geäußert, daß man die Entropie nicht auf den leeren Raum anwenden dürfe.

Nach dem Abschluß der thermodynamischen Strahlungstheorie mußte versucht werden, Wege zu finden, um zu dem Gesetz der Energieverteilung der Strahlung auf die Wellenlänge zu gelangen. Es war der gegebene Weg, die kinetische Theorie der Materie zu Hilfe zu nehmen. In der Tat zeigt die beobachtete Verteilung der Energie auf die Wellenlängen so große Ähnlichkeit mit dem Maxwellschen Verteilungsgesetz der Geschwindigkeiten der Gasmoleküle, daß es nahe lag, dieses für die Strahlungstheorie heranzuziehen. Unter der Annahme, daß Moleküle, welche dem Maxwellschen Verteilungsgesetz folgen, die Wärmestrahlung aussenden können und daß jedes nur eine der Geschwindigkeit entsprechende Wellenlänge aussendet, stellte ich unter Heranziehung der thermodynamischen Ergebnisse der Strahlungstheorie das Strahlungsgesetz auf, das sich für geringe Dichten der Energie bestätigt hat.

Dieses Strahlungsgesetz hatte die Eigentümlichkeit, daß es für steigende Temperatur einen

Grenzwert für die Strahlungsenergie ergab, der nicht überschritten werden sollte. Es schien sich zunächst durchaus zu bestätigen.

Max Planck fing bald darauf an, sich mit der Strahlungstheorie zu beschäftigen. Er wandte seine aus der Hertzschen Theorie der elektromagnetischen Wellen abgeleiteten Betrachtungen zunächst darauf an, die Entropie der Strahlung abzuleiten und glaubte zunächst im elektromagnetischen Strahlungsvorgang selbst einen nicht umkehrbaren Prozeß zu erblicken. Ein solcher würde tatsächlich notwendigerweise zu einer Entropie der Strahlung und unter der Bedingung ihres Maximums auch zur Abhängigkeit der Energie der Strahlung von der Temperatur, d. h. zum Strahlungsgesetz führen müssen.

Eine genauere Analyse zeigte jedoch, daß diese Folgerung nicht richtig war und daß alle nach den Maxwell'schen Gleichungen ablaufenden Vorgänge streng umkehrbar sein müssen. Es mußte nun die Folgerung gezogen werden, daß man von der Wellentheorie des Lichts zum Entropiebegriff bei der Strahlung nur gelangen kann, wenn man ihr eine genügende Regellosigkeit beilegt, wie sie dadurch bedingt wird, daß die Erregung der Strahlung durch die ungeordneten Molekularbewegungen erfolgt. Planck gelangte so zu dem Begriff der „natürlichen Strahlung“, indem er den Amplituden und Phasen der einzelnen Wellen, aus denen sich die Strahlung zusammensetzt, einen möglichst unregelmäßigen Charakter verlieh. Für unsere Beobachtungen sind dann ähnlich wie bei den Wärmevorgängen nur gewisse Mittelwerte, nicht aber einzelne Wellen, mit bestimmter Amplitude und Phase, zugänglich.

Die Bedingungen, welche die natürliche Strahlung erfüllen soll, lassen sich nur bei vielen einzelnen, übereinander sich lagernden Schwingungen mit unregelmäßiger Amplitude und Phase erfüllen. Wenn diese Eigenschaften der natürlichen Strahlung vorausgesetzt werden, so läßt sich in der Tat nachweisen, daß sie ein nicht umkehrbarer Vorgang ist und ihr daher eine Entropie zugeschrieben werden muß. In der Tat kann man eine Funktion angeben, welche die Eigenschaft der Entropie, immer zuzunehmen, besitzt.

Planck konnte eine solche Funktion finden, die zu dem von mir abgeleiteten Strahlungsgesetz führt. Aber diese Funktion ist nicht die einzige, welche die Eigenschaften der Entropie besitzt. Jedoch schienen alle andern Funktionen zu einem der Erfahrung widersprechenden Strahlungsgesetz zu führen.

Bei diesen Betrachtungen war Planck nur von einer einzigen Strahlungsquelle ausgegangen. Da nun die natürliche Strahlung immer von einer großen Zahl von Atomen ausgesandt wird, schlug er zur Berechnung der Entropie schwingender Sender einen Weg ein, der von der Betrachtung einer größeren Zahl gleichzeitig strahlender Elemente ausgeht. Eine Entropievermehrung aller

dieser setzt sich additiv aus den Änderungen der Einzelentropieen zusammen, da alle unabhängig voneinander strahlen. Planck hielt nun für selbstverständlich, daß eine durch zeitliche Änderung der (von dem stationären Zustand, dem Maximum der Entropie, abweichenden) Schwingungsenergie hervorgerufene Entropieänderung durch die Schwingungsenergie, ihre Abweichung vom Gleichgewichtszustand und ihre zeitliche Änderung im Ganzen bestimmt sein müsse, ohne daß man die entsprechende Größe für die einzelnen Sender zu kennen brauche.

Es ergab sich dann eine einfache Differentialgleichung zur Bestimmung der Entropie der Strahlung als Funktion der Energie, welche dann unter Benutzung des zweiten Hauptsatzes zu dem von mir abgeleiteten Strahlungsgesetz führte. Planck hielt diese Ableitung für zwingend und betrachtete dies Strahlungsgesetz als das durch die Thermodynamik geforderte, da die Nebenannahmen kaum zu umgehen seien.

Die experimentellen Untersuchungen hatten indessen gezeigt, daß dies Strahlungsgesetz nicht ganz allgemein gültig, sondern daß es ein Grenzwertgesetz für verhältnismäßig kurze Wellenlänge sei.

Planck sah sich daher genötigt, seine Theorie einer Nachprüfung zu unterziehen und mußte die erwähnten Nebenannahmen aufgeben, ohne sogleich andere an ihre Stelle setzen zu können. Um zu einem allgemeinen Strahlungsgesetz zu gelangen, änderte er die Differentialgleichung, die den Zusammenhang zwischen Energie und Entropie darstelle, zunächst rein formal ab. Die ursprüngliche Gleichung sagte aus, daß der zweite Differentialquotient der Entropie nach der Energie der letzteren umgekehrt proportional sei. Nun setzt er diesen Differentialquotienten einem quadratischen Ausdruck der Energie umgekehrt proportional und gewinnt dann einen etwas allgemeineren Ausdruck für das Strahlungsgesetz, der für kleine Energie in den einfacheren übergeht.

Zur Begründung des neuen Ausdruckes für die Entropie bedurfte es neuer Annahmen. Diese neuen Annahmen bestanden nun in der Einführung der berühmten Hypothese der Energieelemente oder Quanten. Planck konnte nämlich nachweisen, daß, wenn man die Schwingungsenergie der Strahlungssender in einzelne Elemente von der Größe $h\nu$ zerlegt, wo h eine universelle Konstante, ν die Schwingungszahl ist, man durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Boltzmann'schen Beziehung zwischen Entropie und Wahrscheinlichkeit zu einem Ausdruck für die Entropie gelangt, der zu dem erweiterten Strahlungsgesetz führt.

Hiermit war die theoretische Grundlage für die Ableitung des Strahlungsgesetzes und gleichzeitig für die Quantentheorie gegeben.

Man darf nicht verschweigen, daß, von den Schwierigkeiten der Quantentheorie selbst ganz abgesehen, die Theorie noch weit entfernt ist, auf

die Selbständigkeit Anspruch machen zu können, die z. B. die kinetische Begründung der Gasgesetze und des zweiten Hauptsatzes erreicht. Hier gelingt es nämlich, in der Hauptsache alle thermodynamischen Beziehungen auf Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung abzuleiten. In der Strahlungstheorie muß aber immer noch von den thermodynamischen Gesetzen, die oben erwähnt wurden, Gebrauch gemacht werden, die eigentlich als Folgerungen aus der Theorie fließen sollten. Das Verschiebungsgesetz bestimmt erst die Größe der Energieelemente, auf welche sich die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung bezieht. Bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft besteht keine Aussicht, die Strahlungstheorie in dieser Richtung zu vervollständigen. Die Konstante h , welche bisher nur durch statistische Theorien eingeführt werden konnte, muß eine atomistische Eigenschaft ausdrücken, die wir jetzt noch nicht angeben können. Diese Kenntnis muß aber erst gewonnen werden, die dann die Grundlage bilden wird, um die Behandlung so zu gestalten, daß auch die thermodynamischen Gesetze aus ihr gefolgert werden können.

Planck hatte aus seiner Theorie geschlossen, daß eine der Konstanten des Strahlungsgesetzes mit den Entropiekonstanten identisch ist, durch welche Entropie und Wahrscheinlichkeit miteinander verknüpft werden. Es ist der Faktor, mit dem der Logarithmus der Wahrscheinlichkeit zu multiplizieren ist, um die Entropie zu erhalten. Diese Konstante k spielt in der statistischen Mechanik eine große Rolle. Nach einem Satz dieser Theorie, den bereits Lord Rayleigh früher auf die Strahlungstheorie angewandt hatte, fällt im Zustande des Gleichgewichts der Energie jedem Freiheitsgrade des Systems dieselbe mittlere Energie zu und diese ist die Hälfte des Produkts aus der absoluten Temperatur und der Konstanten k .

Ein Strahlungssender ist von zwei Veränderlichen abhängig, wenn er nur nach einer Richtung schwingen kann, weil seine Bewegung durch zwei voneinander unabhängigen Größen, dem elektrischen und dem magnetischen Vektor ausgedrückt wird. Die mittlere lebendige Kraft eines Gasmoleküls hat drei Freiheitsgrade, ist also gleich der Energie eines Strahlungssenders von einer Schwingungsrichtung multipliziert mit dreihalb. Da die mittlere lebendige Kraft eines Gases, d. h. seine Wärmeenergie gleich der Anzahl der Moleküle mal der mittleren lebendigen Kraft eines einzelnen Moleküls ist, so kann man die Anzahl der Moleküle der Raumeinheit bei bestimmtem Druck und gegebener Temperatur durch die Entropiekonstante ausdrücken, welche eine Konstante des Strahlungsgesetzes ist. Sobald aus Messungen der Wärmestrahlung diese Konstante bekannt ist, kann man sie zur Bestimmung der Anzahl der Moleküle benutzen. Wie bereits erwähnt, hatte Lord Rayleigh einen Satz der statistischen Mechanik auf die Strahlungstheorie

angewendet. Er gelangte hierdurch zu einem Strahlungsgesetz, das mit dem verallgemeinerten Strahlungsgesetz für lange Wellen, beziehentlich großen Werten der Energie, übereinstimmt. Jeans hat dann die Rayleighsche Theorie strenger formuliert und später bewies Lorentz, daß das Rayleighsche Strahlungsgesetz ganz allgemein gefolgert werden müsse, wenn man die gewöhnliche Statistik auf die Strahlungstheorie anwendet. Da nun dies der Erfahrung völlig widerspricht, so folgte aus diesen Betrachtungen, daß die bisherigen Methoden der statistischen Mechanik unzureichend sind.

In der Tat bedeutet die Einführung der Energieelemente, oder besser und allgemeiner der Konstanten h (des Wirkungselements), eine neue Grundlage für die statistische Mechanik. Wenn sich behaupten läßt, daß die bisherigen Theorien der Mechanik und Elektrodynamik notwendig auch zur bisherigen statistischen Mechanik führen, so kann man sich allerdings der Folgerung nicht entziehen, daß die Einführung des Wirkungselements, durch welches abgegrenzte Gebiete gleicher Wahrscheinlichkeit der elementaren Vorgänge bestimmt werden, auch besondere in unsern bisherigen Naturgesetzen nicht enthaltene Eigenschaften der Atome der Körper zur Voraussetzung hat. Es ist bisher nicht möglich gewesen, etwas bestimmtes über die hierdurch geforderten Gesetze der atomistischen Vorgänge auszusagen. Auch in der Anwendung der Theorie auf die Spektralserien, die zu so überraschenden Erfolgen geführt hat, werden die Elektronenbahnen, die den einzelnen Spektrallinien entsprechen, durch den mathematischen Ansatz bestimmt, der die Unterlage der statistischen Mechanik bildet.

Das Verdienst Plancks liegt nicht nur in der Verallgemeinerung des Strahlungsgesetzes, sondern wohl in noch höherem Grade in der Begründung der Theorie des elementaren Wirkungsquantums. Die Einsicht, daß die bisherigen Unterlagen der theoretischen Physik nicht ausreichen, vielmehr die bisher immer gemachte Voraussetzung, daß nur stetige Vorgänge in der Natur vorkommen könnten, daß diese „keinen Sprung mache“, aufgegeben werden müsse, ist sicherlich eine der bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen.

Trotzdem scheinen die allgemeinen Gesetze der Elektrodynamik, wie sie in den Maxwellschen Gleichungen ausgedrückt sind, ihre Gültigkeit auch in den atomistischen Vorgängen zu bewahren. Wenigstens hat sich noch immer, wenn wirklich zwingende Folgerungen dieser Gesetze geprüft werden konnten, Übereinstimmung gezeigt. Da, wo sich noch Widersprüche zeigen, wie z. B. beim Bohrschen Atommodell, bei dem, entgegen den Forderungen der Theorie, ein in einer Kreisbahn laufendes Elektron nicht ausstrahlen soll, liegt der Fehler jedenfalls noch an der Unvollständigkeit des Modells. Die Konstante h muß eine zu den allgemeinen Gesetzen hinzu-

tretende Beschränkung der möglichen Vorgänge bedeuten.

Bei den großen Erfolgen der *h*-Theorie ist es besonders wichtig, abgesehen von der Aufklärung der physikalischen Bedeutung, noch innere Widersprüche zu beseitigen. *Planck* hat, um einem solchen zu entgehen, seine ursprüngliche Theorie abgeändert. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, daß alle Vorgänge der Lichtabsorption und Lichtbrechung sich so verhalten, daß sie ohne Anwendung der *h*-Theorie erklärt werden können. Die Absorption des Lichts findet auch in beliebig kleinen Beträgen statt und man kann eine Lichtwelle so abschwächen, daß das einzelne Atom längere Zeit braucht, um ein Energieelement zu absorbieren. Es ist nicht einzusehen, was geschehen soll, wenn die Lichtwelle abbricht, bevor die Absorption eines Energieelements durch das Atom beendet ist. Hierdurch wurde *Planck* veranlaßt, seine ursprüngliche Theorie auf den Vorgang der Aussendung von Strahlung zu beschränken. Nach dieser Auffassung soll die *h*-Theorie nur auf den Vorgang der Aussendung des Lichts Anwendung finden, bei der Absorption soll sie keine Rolle spielen. Das letztere wird sich kaum buchstäblich durchführen lassen, denn die *h*-Theorie stellt die Lage der einfachen Serienlinien im Spektrum mit großer Genauigkeit dar und die Absorption findet z. B. beim Wasserstoff nur für die Wellenlängen dieser Linien statt. Aber die Möglichkeit, daß die Lichtaussendung als elementarer Prozeß nicht einfach die Umkehrung der Lichtabsorption ist, besteht jedenfalls. Das Kirchhoffsche Gesetz würde dann auch nur als statistisches Gesetz für die Mittelwerte der ausgesandten und absorbierten Energie gelten.

Über die Frage, ob die ältere oder die neuere Form der *h*-Theorie den Tatsachen besser entspricht, sind die Akten noch nicht geschlossen, wie denn überhaupt ein logisch lückenloser Aufbau der Theorie noch nicht möglich ist. Aber durch die mannigfachen Anwendungen ist sie anregend gewesen, wie wenig andere Theorien. So wird sie auch noch für lange Zeit als neugewonnenes Gebiet die Arbeit der Physiker in Anspruch nehmen, dafür aber reiche Erträge versprechen.

Quantentheorie und neuer Wärmesatz

Von Geh.-Rat Prof. Dr. W. Nernst, Berlin.

Die kinetische Theorie der Wärme und die Thermodynamik berühren sich zwar in ihren Anwendungen gegenseitig sehr häufig und behandeln sogar vielfach gleiche Fragen; trotzdem sind sie im Grunde von einander ganz unabhängig.

Denn die erstere Disziplin geht von atomistischen Vorstellungen aus und hat bei ihrer weiteren Entwicklung zahlreiche neue Hypothesen zur Hilfe ziehen müssen, während die Thermodynamik bekanntlich derjenige Zweig der theoretischen Physik ist, der überhaupt mit einem Minimum von Voraussetzungen operiert.

Die atomistischen Theorien ferner sind in fortwährender Neu- oder gar Umgestaltung begriffen, wie ein Blick auf die Geschichte der kinetischen Theorie der Wärme lehrt. Die Lehrsätze der Thermodynamik hingegen haben sehr rasch ihre abschließende Gestaltung gewonnen: der berühmten Schrift von *Helmholtz* „Erhaltung der Kraft“ hat die spätere Zeit nichts hinzuzufügen gehabt; das Prinzip von *Carnot* wurde von *Clavius* unverändert übernommen, allerdings durch die präzise, mathematische Formulierung vertieft und auf die endgültige Form gebracht. Der neue Wärmesatz schließlich erhielt von mir schon in der ersten Arbeit seine für alle praktischen Anwendungen bisher unverändert gebliebene Form, woran, wie zu vermuten ist, auch die Zukunft nichts ändern dürfte; ich glaube sogar kürzlich gezeigt zu haben, daß damit die Thermodynamik im engeren Sinne erschöpft ist.¹⁾

Die Lehrsätze der Thermodynamik sind sämtlich aus Abstraktionen eines mehr oder weniger ausgedehnten Beobachtungsmaterials entstanden, das übrigens zum Teil mehr negativen Charakters war (klassisches Beispiel: Scheitern aller Versuche zur Konstruktion eines perpetuum mobile): kinetische Vorstellungen haben sicherlich *Carnot* nicht zur Aufstellung seines Prinzips geführt, und weder *Julius Robert Mayer*, noch *Helmholtz* haben solche als Leitstern ihrer Überlegungen benutzt. Von meinem Wärmesatz kann man, wie das Nachfolgende lehren wird, sogar behaupten, daß er mit den zurzeit seiner Auffindung herrschenden kinetischen Vorstellungen in seiner Allgemeinheit nicht einmal vereinbar war.

Es lag aber in der Natur der Sache, daß man nach Auffindung der Lehrsätze der Thermodynamik letztere mit den kinetischen Vorstellungen in Einklang zu bringen suchte, indem man sich bemühte, jene Lehrsätze aus der kinetischen Theorie der Wärme abzuleiten. Was das Gesetz von der Erhaltung der Energie anlangt, so hat hierfür bereits *Helmholtz* einen, wie es in der Natur der Sache liegt, allerdings nur lückenhaften Beweis gegeben; für den zweiten Wärmesatz war es bekanntlich *Boltzmann*, der die enge Beziehung zwischen Entropiefunktion und Wahrscheinlichkeit eines Zustandes aufdeckte und so in der Tat ein tieferes Verständnis der klassischen Thermodynamik ermöglichte.

Unsere Aufgabe soll es hier sein, das Verhältnis des neuen Wärmesatzes zur kinetischen Theorie der Wärme kurz darzulegen, worüber wir dank den Planckschen Arbeiten vollständige Klarheit uns zu verschaffen vermögen.

Überzeugen wir uns zunächst, daß bei dem denkbar einfachsten Falle, nämlich dem eines idealen Gases, kinetische Theorie und neuer Wärmesatz mit einander unvereinbar sind. Die klassische

¹⁾ Näheres hierüber wie auch besonders über die weiter unten besprochene Theorie der Entartung der Gase findet sich bei Nernst, Grundlagen des neuen Wärmesatzes, 1918 bei Knapp in Halle.

kinetische Theorie steht und fällt hier bekanntlich mit der Zustandsgleichung idealer Gase

$$p v = R T \quad (1)$$

(p Druck, v Volumen, R Gaskonstante, T absolute Temperatur). Betrachten wir die Ausdehnung eines Gases vom Volumen v_1 auf das Volumen v_2 , so ist die damit verbundene maximale Arbeit

$$A = R T \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (2)$$

Der zweite Wärmesatz liefert bekanntlich für die maximale Arbeit A die Beziehung (U Änderung der gesamten Energie)

$$A - U = T \frac{dA}{dT} \quad (3)$$

während der neue Wärmesatz ergänzend die Grenzbedingung

$$\lim_{T \rightarrow 0} \frac{dA}{dT} = 0 \quad (\text{für } T = 0) \quad (4)$$

hinzufügt. Nach Gleichung (1) ist nun aber in diesem Falle

$$\lim_{T \rightarrow 0} \frac{dA}{dT} = R \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (\text{für } T = 0) \quad (5)$$

also mit dem neuen Wärmesatz unvereinbar.

Wir können also konstatieren, daß die klassische kinetische Theorie nicht nur nicht den neuen Wärmesatz abzuleiten, sondern ihn sogar, wenigstens in seiner allgemeinsten Fassung (Anwendung nicht nur auf kondensierte Systeme, sondern auf alle Substanzen) zu widerlegen vermag.

Aber die klassische kinetische Theorie ist ja eben durch Planck's Quantentheorie wenn nicht durchbrochen, so doch eingeschränkt, und zwar macht sich diese Einschränkung gerade bei tiefen Temperaturen immer stärker bemerkbar; in der Nachbarschaft des absoluten Nullpunkts führt sie sogar zu einer vollständigen Negierung der bisherigen kinetischen Anschauungen.

Der Grundgedanke der Quantentheorie führt in seiner Anwendung auf Atomschwingungen in festen Körpern, die man bekanntlich Einstein verdankt, und ferner in seiner Anwendung auf rotierende und überhaupt sich freibewegende Gasmoleküle, mit der ich mich in mehreren Arbeiten beschäftigt habe, zu folgender Auffassung:

Jedes materielle System muß sich durch Abkühlung schließlich in einen Zustand überführen lassen, bei welchem eine weitere Abkühlung keinen weiteren Einfluß mehr auszuüben vermag. Dies bedeutet aber nichts anderes, als daß alle materiellen Veränderungen bei hinreichend tiefen Temperaturen dem Einflusse der Temperatur entrückt werden, eine Vorstellung, die allerdings mit der klassischen kinetischen Theorie der Wärme unvereinbar ist. Aber diese neue Vorstellung ist es auch zugleich, die uns die Gleichung (4) in einfachster Weise anschaulich macht und somit auch das kinetische Verständnis des neuen Wärmesatzes ermöglicht. —

Auf keinem anderen Gebiete hat die Anwendung der Quantentheorie unsere kinetischen Auf-

fassungen so tiefgreifend verändert, wie gerade auf dem Gebiete des Verhaltens idealer Gase bei sehr tiefen Temperaturen. Die Anwendung der Quantentheorie hat hier im Verfolg einer von mir aufgestellten Vermutung eine Anzahl hervorragender Theoretiker übereinstimmend zu der Auffassung geführt, daß ein ideales Gas bei sehr tiefen Temperaturen, zu denen man es sich unter Vermeidung von Kondensation abgekühlt zu denken hat, in das Gebiet einer Zustandsgleichung gelangt, die von Formel (1) völlig verschieden ist. Um nur einen Punkt herauszugreifen, so sind sich sämtliche, unter sich allerdings nicht völlig übereinstimmende Theorien der sogenannten Gasentartung darüber einig, daß bei hinreichend tiefer Temperatur der Druck eines idealen Gases (bei konstantem Volum) von der Temperatur unabhängig sein muß. Zur gleichen Schlußfolgerung führt aber Gleichung (4) in ihrer Anwendung auf diesen Fall.

Ich konnte daher wohl mit Recht bereits 1911 in meiner in der Kgl. Akademie d. Wiss. gehaltenen Festrede betonen, „daß die ganz verschiedenartigen Erwägungen und scheinbar gänzlich getrennten Gebiete, auf denen Planck arbeitete, als er die Theorie der Strahlung aufdeckte, und ich, als ich die Beziehungen zwischen chemischer Energie und Wärme zu enträtseln mich bemühte, schließlich in das gleiche Endresultat eingemündet sind.“ Und die weitere Erfahrung hat gelehrt, daß Quantentheorie und neuer Wärmesatz dort, wo sie sich berühren, auch zu identischen Schlüssen führen.

Thermodynamik und Kohärenz.

Von Prof. Dr. M. v. Laue, Frankfurt a. M.

Der besondere Reiz, welchen die Strahlungstheorie wohl stets auf die Physiker ausgeübt hat, beruht zum großen Teil darauf, daß in ihr zwei Forschungsgebiete, Optik und Thermodynamik, mit bestem Erfolge zusammentreffen, von denen sich jedes für sich zu hoher Vervollendung entwickelt hat. Es liegt hier ein geradezu klassisches Beispiel für das schon jetzt erreichte Maß an Einheit in unserem physikalischen Weltbild vor, auf der vor allem, wie Planck besonders in seinem Leidener Vortrag 1908 betont hat, die Überzeugungskraft dieses Weltbildes beruht. Allerdings reicht die eigentliche Thermodynamik nicht aus, um im Verein mit der Optik alle Aufgaben der Strahlungstheorie zu lösen. Gerade bei deren letzten und wichtigsten Aufgabe, dem Strahlungsgesetz, muß sie sich durch die Statistik ergänzen lassen, die ja auch sonst die Thermodynamik erst vollendet und gewissermaßen über sich selbst erhebt. Eins von Plancks unvergänglichen Verdiensten besteht gerade darin, daß er den Schritt von der reinen Thermodynamik zur Statistik in der Strahlungstheorie getan hat. Kaum weniger deutlich als in Plancks folgen-

schweren Arbeiten zeigt sich die Notwendigkeit dieses Schrittes bei einer weit bescheideneren Untersuchung, welche der Verfasser dieses Aufsatzes in der schönen Zeit, da er Assistent am Institut für theoretische Physik an der Berliner Universität war, über die Entropie kohärenter Strahlenbündel veröffentlicht hat. Aus der entscheidenden Förderung, welche dieser Arbeit aus Plancks lebhafter Anteilnahme erwuchs, erklärt sich wohl die Aufforderung der Schriftleitung, diesen bisher schrittweis in verschiedenen Veröffentlichungen behandelten Gegenstand in diesem Planckheft zusammenfassend darzustellen.

Unter einem Strahlenbündel verstehen wir — um uns zunächst der Sprechweise der geometrischen Optik zu bedienen — die vierfach unendliche Gesamtheit von Strahlen, die von allen Punkten einer bestimmten Fläche ausgehen, und deren Richtungen einen kleinen räumlichen Winkel erfüllen. Wir wollen in diesen Begriff aber sogleich noch zwei weitere Beschränkungen aufnehmen, nämlich die auf einen schmalen Spektralbereich (das Bündel soll nicht in streng mathematischem, wohl aber in physikalischem Sinn einfarbig sein) und auf geradlinig polarisierte Schwingungen. Außerdem wollen wir ihm eine bestimmte Länge zuschreiben, die natürlich aufs Engste mit der Zeit zusammenhängt, während der das Bündel von der Strahlungsquelle entsandt wurde. Unwesentlich, aber bequem ist es, hier die Richtung des Strahlenbündels stets als senkrecht zu jener Fläche anzunehmen. Die Energie des Bündels ist proportional zu der genannten Fläche, zu seinem Öffnungswinkel und zu seiner zeitlichen Dauer; den Faktor, welchen man dann noch hinzuzufügen hat, bezeichnet man als die *spezifische Intensität*; die Temperatur des Bündels hängt allein von ihr ab und steigt und fällt zugleich mit ihr.

Ein Strahlenbündel pflanzt sich ohne wesentliche Veränderung beliebig lange Zeiten im leeren Raum fort, es läßt auch regelmäßige Spiegelung und Brechung ohne Veränderung über sich ergehen (sofern man dabei, von Absorption und Abspaltung anderer Bündel absehen darf), es ist also, rein optisch betrachtet, ein recht stabiles Gebilde und deswegen auch dem Versuch leicht zugänglich. Thermodynamisch ist es freilich von einem Gleichgewicht weit entfernt. Lassen wir es in einen von vollkommen, aber diffus spiegelnden Wänden umgebenen Hohlraum eintreten und schließen wir hinter ihm die Eintrittsöffnung, so zerfließt es allmählich zu einer alle Fortpflanzungsrichtungen gleichmäßig enthaltenden Strahlung, und befindet sich im Raume noch das kleinste Kohlestäubchen, so zerfließt es auch in spektraler Beziehung, indem sich seine Energie auf das ganze Wärmespektrum ausbreitet; es ist dann auf durchaus unumkehrbare Weise in die thermodynamisch stabile Hohlraumstrahlung verwandelt.

Für dies Elementargebilde der Strahlungstheorie, das einfarbige, geradlinig polarisierte Strahlenbündel bestimmter Länge, hat Planck zuerst die Entropie berechnet; er bedurfte dazu (hauptsächlich wegen der Beschränkung auf einen Spektralbereich) des Boltzmannschen Prinzips $S = k \cdot \log W$. Der Ausdruck für diese Entropie (vgl. weiter unten) steht mit dem Strahlungsgesetz in so enger Beziehung, daß beide sich gegenseitig bedingen.

Bekanntlich können nun mehrere Strahlenbündel zu einander vollständig kohärent, teilweise kohärent oder inkohärent sein; reine Interferenzerscheinungen erhält man nur zwischen ganz kohärenten Strahlen, während bei Zusammentreffen inkohärenter Strahlen sich die Intensitäten einfach addieren. Die Entwicklung der Strahlungstheorie hat es mit sich gebracht, daß man in ihr zunächst nur an inkohärente Strahlenbündel dachte. Man berechnete — und das ist durchaus einwandfrei — die Entropie eines Systems inkohärenter Strahlen, nach dem von körperlichen Systemen her gewohnten Additionstheorem der Entropie, d. h. als Summe aus den Entropien der einzelnen Strahlenbündel und konnte auf dieser Grundlage den Satz beweisen: *Zwei inkohärente, in den geometrischen Bestimmungsstücken (Ausgangsfläche, Öffnungswinkel, Länge) und im Spektralbereich übereinstimmende Strahlenbündel haben bei gegebener Gesamtenergie dann die größte Entropie, wenn ihre spezifischen Intensitäten einander gleich sind; jeder, auch unvollständige Ausgleich anfangs verschiedener Intensitäten bewirkt Entropievermehrung, ist also unumkehrbar.* Bedenkt man, daß die Temperatur der Strahlung mit der spezifischen Intensität steigt und fällt, so erkennt man in diesem Satz die Übertragung des Carnot-Clausiuschen Prinzips auf Strahlenbündel; der schon erwähnte Beweis läßt sich in der Tat genau wie für Körper von unveränderlichem Volumen aus dem Additionstheorem und der Eigenschaft der Entropie führen, daß sie als Funktion der Energie durch eine mit wachsender Energie ansteigende, aber nach unten konkave, d. h. immer langsamer ansteigende Kurve dargestellt wird¹⁾. Daneben läßt sich leicht ein Gedankenversuch ersinnen, bei dem in

1) M. Laue, Verh. d. D. Phys. Ges. 9, 606, 1907; Anhang. Für einen Körper ist

$$\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V = \frac{1}{T} > 0, \quad \left(\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_V = -\frac{1}{T^2 c_v} < 0.$$

Für ein Strahlenbündel ist entsprechend, wenn \mathfrak{R} die spezifische Intensität bedeutet:

$$\frac{\partial S}{\partial \mathfrak{R}} > 0, \quad \frac{\partial^2 S}{\partial \mathfrak{R}^2} < 0.$$

Wählen wir nun zwei Wertepaare $\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2$ und $\mathfrak{R}_1', \mathfrak{R}_2'$ so aus, daß $\mathfrak{R}_1' + \mathfrak{R}_2' = \mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2$, daß aber $|\mathfrak{R}_1' - \mathfrak{R}_2'| > |\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2|$ ist, und setzen wir darüber hinaus (was unwesentlich ist) noch fest: $\mathfrak{R}_2' < \mathfrak{R}_2 < \mathfrak{R}_1 < \mathfrak{R}_1'$, so sieht man aus der geschilderten Form der Kurve, daß $S(\mathfrak{R}_2) - S(\mathfrak{R}_2') > S(\mathfrak{R}_1') - S(\mathfrak{R}_1)$ oder auch $S(\mathfrak{R}_1') + S(\mathfrak{R}_2') < S(\mathfrak{R}_1) + S(\mathfrak{R}_2)$ ist. Darin liegt der Beweis.

offensichtlich unumkehrbarer Weise der Intensitätsausgleich erfolgt¹⁾.

Für kohärente Strahlen — wir meinen zunächst vollständig kohärente — gilt dies „Carnot-Clausiusche Prinzip“ nicht. Erzeugen wir z. B. zwei kohärente Strahlen, indem wir ein Strahlenbündel von der spezifischen Intensität \mathfrak{R} an der dünnen planparallelen Platte P in Fig. 1 spiegeln lassen; es spaltet sich dabei in ein gespiegeltes Bündel von der Intensität $\mathfrak{R}_1 = r\mathfrak{R}$ und ein hindurchgelassenes von der Intensität $\mathfrak{R}_2 = (1-r)\mathfrak{R}$, und diese beiden sind kohärent. Durch die zur Platte P genau symmetrisch stehenden, vollständig reflektierenden Spiegel S_1 und S_2 werfen wir diese Strahlen auf eine andere Stelle der Platte P zurück; wo sie unter anderem Einfallswinkel ankommen und deswegen auch mit anderem Reflexionsvermögen r' gespiegelt werden. Dabei entstehen jetzt 4 Strahlen, die aber paarweise zu-

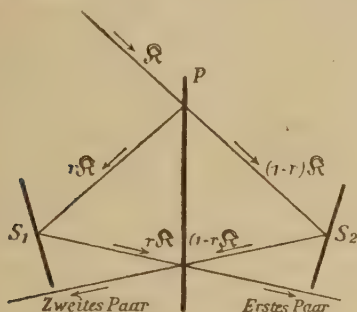


Fig. 1.

sammenfallen und sich vollständig decken. Im ersten Paar interferieren zwei Bündel von den Intensitäten $r(1-r')\mathfrak{R}$ und $r'(1-r)\mathfrak{R}$; im zweiten sind diese Intensitäten $rr'\mathfrak{R}$ und $(1-r)(1-r')\mathfrak{R}$. Der Phasenunterschied für das erste Paar ist 0, für das zweite π ; das ist unmittelbar einleuchtend, wenn bei beiden Spiegelungen der gleiche Einfallswinkel herrscht, gilt aber auch unabhängig von dieser Bedingung und unabhängig von der Wellenlänge²⁾. Im ersten Paar ergibt sich so-

mit die Intensität $\mathfrak{R}_1' = (\sqrt{r(1-r')} + \sqrt{r'(1-r)})^2 \mathfrak{R}$; im zweiten $\mathfrak{R}_2' = (\sqrt{rr'} - \sqrt{(1-r)(1-r')})^2 \mathfrak{R}$. Man überzeugt sich leicht, daß die Differenz $\mathfrak{R}_1' - \mathfrak{R}_2'$ absolut genommen größer sein kann als $\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2$. Wird das Reflexionsvermögen r und r' so gewählt, daß $r + r' = 1$ ist, so wird sogar $\mathfrak{R}_1' = \mathfrak{R}_1$, $\mathfrak{R}_2' = 0$; die ganze Energie wandert dann in das eine Strahlenbündel, das dem ursprünglichen in jeder Beziehung gleich wäre. Die erste Spiegelung und Brechung ist damit vollständig rückgängig gemacht, d. h. so, daß keinerlei davon herrührende Veränderung zurückgeblieben ist. *Die Spiegelung und Brechung ist somit, sofern sie nicht mit Absorption verknüpft ist, ein im Sinne der Thermodynamik umkehrbarer Vorgang. Sie ermöglicht, bei zwei kohärenten Strahlen von konstanter Gesamtenergie den Intensitätsunterschied auf umkehrbare Weise nach Belieben zu vergrößern oder zu verkleinern.* Dasselbe beweisen übrigens auch viele andere Versuchsanordnungen; wir wollen hier nur an das Michelsonsche Interferometer erinnern, wenigleich bei dessen tatsächlicher Ausführung die planparallele Platte, welche die Spiegelungen hervorruft, meist leicht versilbert ist, also einen Teil der Strahlung absorbiert; wesentlich für die Wirksamkeit des Apparates ist das nicht. Zwischen dem Verhalten kohärenter und inkohärenter Strahlenbündel besteht also auch thermodynamisch ein scharfer Gegensatz.

Was folgt daraus für die Entropie eines Systems von zwei kohärenten Strahlenbündeln? Die Entropie eines Strahlenbündels muß sich nach wie vor aus den geometrischen Bestimmungsstücken, Lage und Größe seines Spektralbereichs und seiner spezifischen Intensität berechnen lassen; man kann dabei nicht darauf Rücksicht nehmen, ob irgendwo im Weltall noch ein dazu kohärentes Strahlenbündel vorhanden ist. Denn die Aufgabe, danach zu suchen, ist selbst für die idealen Hilfsmittel, welche die theoretische Überlegung als zur Verfügung stehend annehmen darf, in keiner endlichen Zeit zu lösen. Berechnet man aber die Entropie des Systems als Summe der Entropien der beiden Bündel, wie wir es bei inkohärenten Bündeln getan haben, so bedeutet nach dem oben Gesagten jede Vergrößerung des Intensitätsunterschiedes eine Entropieverminderung. Der in Fig. 1 geschilderte Spiegelungsversuch stellt uns also vor die Wahl: Für kohärente Strahlenbündel geben wir entweder das Additionstheorem der Entropie oder den Satz von der Zunahme der Entropie auf.

Wir wollen zunächst versuchen, die Entscheidung herbeizuführen, indem wir den auf der Unmöglichkeit des Perpetuum mobile zweiter Art fußenden Beweis des Entropieprinzips auf die-

fallswinkel und Wellenlänge die Gleichung $\delta_r - \delta_d = \pm \frac{1}{2}\pi$. Daraus folgt, daß der Phasenunterschied für das zweite Paar $\mp 2(\delta_r - \delta_d) = \pi$ ist; und daraus wiederum durch Berechnung der Intensitäten, daß er fürs erste Paar 0 beträgt.

¹⁾ Im Mittelpunkt einer vollständig und regelmäßig spiegelnden Kugel liegt eine schwarze Kugel; alle von dieser ausgehenden Strahlen gelangen nach einmaliger Spiegelung an der äußeren Kugel zu ihr zurück. Nun öffnen wir an dieser Hülle zwei Klappen, bedecken sie aber sogleich mit einer Substanz, welche zwar Strahlen des gewünschten Spektralbereiches vollständig hindurchläßt, aber alle anderen vollständig spiegelt. Durch diese Öffnungen treten die ursprünglichen Strahlenbündel von verschiedener Intensität ein; sie werden von der schwarzen Kugel absorbiert. Gleichzeitig treten aber zwei Strahlenbündel aus, die sich von den ersteren nur dadurch unterscheiden, daß sie gleiche Intensitäten haben. Wählt man die Temperatur der schwarzen Kugel so, daß die Gesamtenergie des alten und des neuen Strahlenpaares die gleiche ist, so bewirkt der Vorgang nur, daß zwischen zwei inkohärenten Strahlenbündeln die Intensitäten bei konstanter Gesamtenergie vollständig ausgeglichen sind. Die Umkehrung dieses Vorganges gelingt nicht.

²⁾ M. Laue, An. d. Phys. 20, 365, 1906. Nach § 2 dort gilt für die Phasensprünge δ_r und δ_d bei der Spiegelung und dem Hindurchgehen unabhängig von Ein-

fraglichen Interferenzerscheinungen übertragen. Der Satz, daß es kein Perpetuum mobile zweiter Art geben kann, ist identisch mit der Behauptung, daß in einem System wägbarer Körper die Entropie nie abnimmt. Nehmen wir einmal an, wir könnten in einem System zweier kohärenter Strahlenbündel die Entropie verkleinern, so könnten wir ein Perpetuum mobile zweiter Art bauen, sowie es uns gelingt, diese Entropieverminderung auf Körper zu übertragen. Wir versuchen nun, jedenfalls müssen wir dazu einmal die Strahlen, welche hinterher interferieren sollen, das andere Mal die durch Interferenz entstandenen Strahlen geringerer Entropie mit ihnen in Energieaustausch treten lassen. Das erstere ist aber notwendig mit dem Verlust der Kohärenz verbunden. An der Unmöglichkeit, nicht kohärente Strahlen zur Interferenz zu bringen, scheitert also der Versuch, das Entropieprinzip auf rein thermodynamischem Wege für Interferenzerscheinungen zu beweisen und so die verlangte Entscheidung zu treffen.

Nur die Unmöglichkeit der Interferenz inkohärenter Strahlen selbst läßt sich auf die Unmöglichkeit des Perpetuum mobile zweiter Art

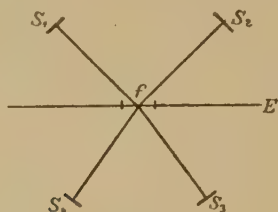


Fig. 2.

zurückführen. Wir betrachten dazu die Spiegelung und Brechung an der ebenen Grenzfläche E zweier durchsichtigen Medien (Fig. 2). S_1 , S_2 , S_3 und S_4 sollen Stücke von Oberflächen schwarzer Körper sein; ihre Lage und Größe sei derart, daß das von S_1 nach dem Flächenstück f der Grenzfläche E entsandte Strahlenbündel, soweit es gespiegelt wird, von S_2 , soweit es Brechung erleidet, von S_3 absorbiert wird. Ebenso soll das von S_4 nach f gehende Strahlenbündel von S_3 und S_2 absorbiert werden. Das ganze System sei von vollkommen spiegelnden Wänden umgeben, und anfangs im Temperaturgleichgewicht. Schon Clausius hat gezeigt, daß eine bestimmte Beziehung zwischen den spezifischen Intensitäten der von S_1 und S_2 einerseits, von S_3 und S_4 andererseits entsandten Strahlen zu den Brechungsindizes der beiden in E aneinandergrenzenden Körper die notwendige und hinreichende Bedingung dafür bildet, daß jede dieser vier Flächen S aus der Richtung f her ebensoviel Energie erhält, wie sie dorthin entsendet, daß also das anfängliche Temperaturgleichgewicht nicht gestört wird. In veränderter Form findet sich diese Betrachtung auch bei Planck in seinen Vorlesungen über die Theorie

der Wärmestrahlung¹⁾. Aber dabei spielt die Inkohärenz der von den Flächen S entsandten Strahlen die Rolle einer durchaus wesentlichen Voraussetzung. Könnten hingegen die von S_1 und S_2 nach f gehenden Strahlen interferieren, so erhielte entweder S_2 aus der Richtung von f mehr Energie, als es dorthin entsendet, und S_3 dementsprechend weniger, oder umgekehrt; welcher dieser Fälle eintrete, und wie groß diese Unterschiede wären, hinge von der offenbar rein zufälligen Phasendifferenz ab, die bei der Interferenz herrschte, so daß eine bestimmte Aussage überhaupt unmöglich wäre. Auf jeden Fall aber würde das Temperaturgleichgewicht zwischen den schwarzen Körpern, zu deren Oberflächen S_2 und S_3 gehören, ohne sonstige Veränderung gestört — und damit wäre das Perpetuum mobile zweiter Art fertig.

Die eigentliche Thermodynamik läßt uns also bei der Entscheidung zwischen Additionstheorem und Entropieprinzip im Stich, und so müssen wir die Statistik zu Hilfe holen. Fragen wir, in welcher Form wir sie auf Strahlenbündel anzuwenden haben.

Der erste Schritt zur Beantwortung dieser Frage besteht in der Abzählung der Freiheitsgrade eines Strahlenbündels. Wir haben dies oben als eine vierfach unendliche Mannigfaltigkeit von Strahlen definiert, indem wir uns der Ausdrucksweise der geometrischen Optik bedienen. Die Wellenoptik lehrt aber bekanntlich, daß benachbarte Strahlen nicht unabhängig voneinander bestehen. So bedeutet es denn auch keinen inneren Widerspruch, wenn wir dieser unendlichen Mannigfaltigkeit nur eine endliche Zahl von Freiheitsgraden zuschreiben.

Im Unterschiede zu dem einen schmalen, aber endlichen Spektralbereich ausfüllenden Strahlenbündel wollen wir jetzt für den Augenblick eine Schwingung betrachten, die sich in jedem Punkte als reine Sinusschwingung von der Schwingungszahl ν darstellt; ihre Wellenlänge ist dann $\lambda = \frac{c}{\nu}$. Eine derartige Strahlung

denken wir uns etwa von einer kreisförmig begrenzten Linse zur Konvergenz auf dem Flächenstück f in der Brennebene der Linse gebracht. Bekanntlich kann man dabei nicht beliebig kleine Strecken in der Brennebene abbilden, sondern der kleinste Abstand zweier Bildpunkte, die wahrnehmbar verschieden beleuchtet sind, ist, wenn θ der Winkel ist, unter welchem der Durchmesser der Linse von einem Punkt auf f gesehen wird, von der Größenordnung $\frac{\lambda}{\theta}$.

Die kleinste, unabhängig von ihrer Umgebung beleuchtete Fläche ist somit von der Größenordnung $\frac{\lambda^2}{\theta^2}$, oder, da $\Omega = \pi \theta^2$ der räumliche

¹⁾ § 36 und 37.

Winkel des Konvergenzkegels ist, gleich $\frac{1}{\delta} \cdot \frac{\lambda^2}{\Omega}$ wobei δ eine von der Wellenlänge unabhängige, der Größenordnung nach von 1 jedenfalls nicht verschiedene, reine Zahl bedeutet. Die im ganzen bestrahlte Fläche f setzt sich mithin aus

$$f: \frac{1}{\delta} \frac{\lambda^2}{\Omega} = \frac{\delta \nu^2 f \Omega}{c^2}$$

unabhängig von einander bestrahlten „Elementarflächen“ zusammen. Diese Zahl gibt offenbar an, wieviel Freiheitsgrade man bei der Beleuchtung der Fläche f mit einer aus dem räumlichen Winkel Ω senkrecht auf sie fallenden streng einfarbigen Strahlung hat.

Nun kehren wir zu dem endlichen Spektralbereich zurück, dem wir in der Skala der Schwingungszahlen die Breite $d\nu$ zuschreiben. Wäre nur eine Elementarfläche beleuchtet, so könnte man den Schwingungszustand auf ihr für die Zeit T , welche das Strahlenbündel dauert, durch eine Fouriersche Reihe

$$\varphi(t) = \sum C_n \cos \left(2\pi \frac{n}{T} t - \theta_n \right)$$

(n durchläuft die Reihe der positiven ganzen Zahlen) darstellen, wobei aber nur die Schwingungszahlen $\frac{n}{T}$ auftreten dürfen, die den

Ungleichungen $\nu < \frac{n}{T} < \nu + d\nu$ genügen. Deren

Anzahl beträgt $Td\nu = \frac{l}{c} d\nu$, wenn $l = cT$ die Länge des Strahlenbündels bedeutet. Für die jetzt in Rede stehende Schwingung wäre also dies die Zahl der Freiheitsgrade.

Nehmen wir schließlich eine spektrale Breite und eine Mehrzahl von „Elementarflächen“ an, so haben wir offenbar die beiden bisher für Freiheitsgrade abgeleiteten Zahlen zu multiplizieren, um die Zahl der Freiheitsgrade für ein Strahlenbündel von der spektralen Breite $d\nu$ und der Länge l zu finden, das die Fläche f aus dem körperlichen Winkel Ω senkrecht bestrahlt; sie beträgt, wenn wir sogleich das Ergebnis einer eingehenderen mathematischen Untersuchung, daß $\delta = 1$ ist¹⁾, hinzunehmen

$$\frac{\nu^2 f l \Omega d\nu}{c^3}$$

Der Leser wird wohl schon selbst bemerkt haben, daß diese drei Abzählungen nicht vollkommen genau sind. Sie sind nur dann gute Näherungen, wenn die hingeschriebenen Zahlen so groß sind, daß eine Vermehrung oder Verminderung um ein paar Einheiten nichts ausmacht.

Jeder dieser Freiheitsgrade kann Sinusschwingungen von der Schwingungszahl ν ausführen; die geringen, von der spektralen Breite $d\nu$ herrührenden Unterschiede spielen für die Statistik weiterhin keine Rolle. Wie man die Statistik auf sie anzuwenden hat, mag noch

nicht endgültig entschieden sein; jedenfalls gelangt man zum Planckschen Strahlungsgesetz, wenn man voraussetzt, daß jeder Freiheitsgrad an Energie nur ganz Vielfache des Quantums $h\nu$ aufnehmen kann¹⁾. Die statistische Betrachtung, auf die man dann geführt wird, findet sich z. B. in der ersten Auflage von Plancks Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung, § 148, vorgebildet. Geht man von der so berechneten Wahrscheinlichkeit W des Strahlenbündels mittels des Boltzmannschen Prinzips $S = k \cdot \log W$ sogleich zu seiner Entropie über, so findet man in Übereinstimmung mit Planck²⁾ für sie:

$$S = \frac{k \nu^2 f l \Omega}{c^3} \left\{ \left(l + \frac{c^2 \mathfrak{S}}{h \nu^3} \right) \log \left(l + \frac{c^2 \mathfrak{S}}{h \nu^3} \right) - \frac{c^2 \mathfrak{S}}{h \nu^3} \log \frac{c^2 \mathfrak{S}}{h \nu^3} \right\} d\nu$$

wobei \mathfrak{S} , wie früher, die spezifische Intensität bedeutet.

Doch diese Formel und ihre Ableitung ist für uns hier nicht die Hauptsache; es kam uns nur darauf an, anschaulich zu machen, daß man statistische Betrachtungen unmittelbar auf Strahlenbündel anwenden kann. Jetzt wenden wir uns zu der Frage, wie sich für diese Statistik kohärente und inkohärente Strahlenbündel unterscheiden.

Haben wir zwei in den geometrischen Bestimmungsstücken und im Spektralbereich völlig übereinstimmende Strahlenbündel, so werden, falls sie inkohärent sind, in entsprechenden Elementarstücken ihrer Brennflächen noch ganz verschiedene, voneinander unabhängige Schwingungen herrschen. Infolgedessen ist die Zahl von Möglichkeiten, die für das erste Bündel verfügbare Energie über dessen Freiheitsgrade zu verteilen, unabhängig von dem im zweiten herrschenden Verteilungszustand, ja unabhängig von dessen Vorhandensein; diese Zahl aber ist die Wahrscheinlichkeit W_1 . Ebenso berechnet sich die Wahrscheinlichkeit W_2 ohne Rücksicht auf das erste Bündel. Die Zahl der verschiedenen möglichen Energieverteilungen über beide Bündel, bei denen aber jedes Bündel im Ganzen gerade seine vorgegebene Energie erhält, ist demnach das Produkt $W_1 \cdot W_2$. Nach der Beziehung $S = k \cdot \log W$ folgt hieraus $S = S_1 + S_2$, d. h. das Additionstheorem der Entropie, das wir schon oben für inkohärente Strahlenbündel angenommen haben. Und zwar bleibt diese Überlegung auch dann noch richtig, wenn die oben angedeutete Form der Statistik, die auf dem Energieelement $h\nu$ fußt, durch eine andere ersetzt wird.

Sind die beiden Strahlenbündel aber vollständig kohärent, so vollführen entsprechende Freiheitsgrade in ihnen genau die gleichen Schwingungen, die sich nur noch durch einen vom In-

¹⁾ Eine neuere Untersuchung von Rubinowicz führt diese Annahme auf die Sommerfeld-Epsteinsche Quantenbedingungen zurück (Phys. Z., S. 18, 96, 1917).

²⁾ Plancks Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung, Formel 278 der zweiten Auflage.

intensitätsverhältnis der beiden Bündel abhängigen Amplitudenfaktor voneinander unterscheiden. Wie man in diesem Fall statistisch zu rechnen hat, scheint mir noch eine offene Frage; jedenfalls läßt sich die Statistik des Systems aus beiden nicht so ansetzen, daß man dabei beide als unabhängig betrachtet; hier gilt nicht $W = W_1 \cdot W_2$. Das Additionstheorem der Entropie gilt also nicht für kohärente Strahlenbündel. Damit ist die oben gestellte Frage zu Ungunsten des Additionstheorems gelöst; nichts hindert mehr, das Prinzip der Zunahme der Entropie auch für Interferenzerscheinungen gelten zu lassen. Da es sonst sich als ausnahmslos gültig erwiesen hat, werden wir jetzt selbstverständlich diese Übertragung unbedenklich vollziehen.

Auf Grund dieses Prinzips aber müssen wir schließen, daß die in Fig. 1 geschilderte umkehrbare Verwandlung eines Strahlenbündels in zwei kohärente wie jeder umkehrbare Vorgang die Entropie unverändert läßt, daß also die Entropie zweier kohärenten Bündel einfach gleich der Entropie des einen Bündels ist, aus dem sie entstanden sind. Die Intensität \mathfrak{R} des letzteren ist die Summe aus den Intensitäten \mathfrak{R}_1 und \mathfrak{R}_2 der ersteren. Bezeichnet man daher die Entropie eines Bündels, um die Abhängigkeit von der spez. Intensität \mathfrak{R} zu kennzeichnen, mit $S(\mathfrak{R})$, so ist die Entropie von zwei vollständig kohärenten Bündeln gleich $S(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2)$ und die von drei, vier, usw. vollständig kohärenten Bündeln gleich $S(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2 + \mathfrak{R}_3 + \dots)$. Das letztere beweist man, indem man nacheinander je zwei durch Spiegelung und Brechung wie in Fig. 1 vereinigt, bis nur ein Bündel übrig ist. Verlieren zwei Strahlenbündel ihre Kohärenz, so ist das demnach ein unumkehrbarer Vorgang; denn nach der schon auf Seite 208 erwähnten Eigenschaft der Funktion $S(\mathfrak{R})$, mit wachsendem \mathfrak{R} immer zu wachsen, aber in immer geringerem Maße, folgt die Ungleichung $S(\mathfrak{R}_1) + S(\mathfrak{R}_2) > S(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2)$, auf deren rechten Seite die Entropie der ursprünglichen kohärenten Bündel, auf deren linken Seite aber die Entropie derselben, nun inkohärent gewordenen Bündel auftritt.¹⁾

Zum Schluß seien noch ein paar Andeutungen über teilweise kohärente Strahlenbündel gestattet. Da sie den Übergang zwischen Kohärenz und Inkohärenz stetig vermitteln, so kann schon bei ihnen das Additionstheorem der Entropie nicht mehr gelten. Dennoch läßt sich auch bei ihnen die Gesamtentropie angeben. Man braucht dazu zunächst eine meßbare, die Kohärenz bestimmende Größe, die zusammen mit den Intensitäten erst ein System aus zwei solchen Bündeln vollständig bestimmt. Es läßt sich ein solches in der Tat aus Interferenzversuchen zwischen den Bündeln ableiten. Die Entropie ist eine Funktion der Intensitäten und dieses Kohärenzmaßes.

¹⁾ Diese Ungleichung ergibt sich unmittelbar aus Anm. 1 zu Seite 208, wenn man dort $\mathfrak{R}'_2 = 0$ setzt.

Wie diese Abhängigkeit ist, das lehrt der Satz: Man kann jedes System von zwei teilweise kohärenten Strahlen durch Spiegelung und Brechung auf umkehrbare Weise in zwei inkohärente Strahlen verwandeln¹⁾. Die Entropie jenes Systems ist also gleich der Summe der Entropien der beiden letzteren Bündel, und da deren Intensitäten abhängig sind von den Intensitäten und dem Kohärenzmaß der ursprünglichen Strahlen, erhält man somit die gesuchte Entropie auch als Funktion des Kohärenzmaßes. Dieser Satz bleibt richtig, wenn die Kohärenz eine vollständige ist; nur wird dann die Intensität des einen der inkohärenten Bündel gleich Null, und damit kommen wir auf das obige zurück. Ein entsprechender Satz gilt für drei und vermutlich auch für mehr teilweise kohärente Strahlenbündel. Die weitere Ausführung dieser Betrachtungen würde aber den Raum dieses Aufsatzes überschreiten.

Zusammenfassend können wir sagen: Die Entropie des einzelnen Strahlenbündels ist unabhängig davon, ob ein zu ihm kohärentes vorhanden ist oder nicht. Die Entropie eines Systems von inkohärenten Strahlenbündeln setzt sich additiv aus den Entropien der einzelnen Bündel zusammen. Bei einem System vollständig kohärenter Strahlenbündel ist sie hingegen so zu berechnen, daß man die spezifischen Intensitäten addiert und die Summe in die Entropiefunktion einsetzt.

In der Thermodynamik der Körper wird das Additionstheorem allgemein anerkannt und es ist dort aufs Engste mit der Definition der Entropie verflochten. Für verschiedene Körper wird es, als besondere Definition eingeführt (Vergleiche z. B. Planck's Vorlesungen über Thermodynamik § 131: „Endlich bezeichnen wir die Summe der Entropien mehrerer Körper kurz als die Entropie des Systems aller Körper . . .“); nur so läßt sich der Satz der Summe der Entropien zum Satz von der Zunahme der Entropie umformen. Für die Teile eines homogenen Körpers aber liegt es schon in der Definitionsgleichung der Entropie $dS = (dU + pdV)/T$, da sich die Energien und die Volumina der Teile additiv zur Gesamtenergie U und zum Gesamtvolumen V zusammenfügen. Im Sinne der Statistik liegt die Berechtigung des Additionstheorems einzig und allein darin, daß es bei den Körpern nichts der Kohärenz entsprechendes gibt. Es gibt eben keinen Naturvorgang, der zwischen den molekularen Bewegungen in zwei nicht zu kleinen Körpern einen einigermaßen innigen Zusammenhang herstellte. Aber diese Beschränkung auf nicht zu kleine Körper ist durchaus notwendig. In zwei benachbarten Körperstücken, die nur wenige Atome umfassen, wird im Allgemeinen ein solcher Zusammenhang herrschen; in diesem Fall das Additionstheorem anzuwenden, wäre sicher nicht zulässig. Das ist natürlich kein Einwand gegen

¹⁾ M. Laue, Ann. d. Phys. 23, 1, 1917.

die klassische Thermodynamik, die sich bekanntlich immer nur auf hinreichend große, viele Atome umfassende, Körper bezieht.

Die Quantentheorie.

Ihr Ursprung und ihre Entwicklung.

Von Dr. Fritz Reiche, Berlin.

Der Satz, daß kleine Ursachen große Wirkungen erzeugen, hat in der Geschichte der Physik mehr als einmal seine Bestätigung gefunden. Denn oft ist aus den unscheinbarsten Differenzen zwischen Theorie und Experiment, die der gewissenhafte Beobachter als reell und systematisch erkannte, eine neue und bedeutsame Theorie hervorgewachsen.

So entstand aus dem negativen Ergebnis des bekannten Michelson-Morleyschen Interferenzversuches, der mit den schärfsten Mitteln der optischen Feinmessung die Wirkung der Erdbewegung auf die Lichtausbreitung aufdecken sollte, das Gebäude der Einsteinschen Relativitätstheorie mit allen ihren umwälzenden Konsequenzen.

So hat sich auch aus geringfügigen Diskrepanzen zwischen den gemessenen und berechneten Werten der Strahlung des schwarzen Körpers die von Max Planck begründete Quantentheorie entwickelt, die berufen war, im Laufe der Zeit in fast allen Gebieten der Physik Revolutionen größten Stils zu entfachen.

Die Quantentheorie ist noch verhältnismäßig jung, und es ist daher nicht zu verwundern, daß wir einer unabgeschlossenen, im stärksten Entwicklungsflusse befindlichen Theorie gegenüberstehen. Aber gerade aus diesem Grunde und wegen ihrer umfassenden und erstaunlichen Leistungen, die sich — man möchte fast sagen — täglich vermehren, ist es von großem Reiz, einen Überblick über die bisherige Lebensgeschichte der Quantenlehre zu versuchen.

I. Der Ursprung der Quantenhypothese.

Das Geburtsjahr der Quantentheorie ist das Jahr 1900. Als in den vorangehenden Jahren (1897—99) Lummer und Pringsheim ihre grundlegenden Strahlungsmessungen am schwarzen Körper durchführten, da konnten sie nicht ahnen, daß ihre sorgfältigen Versuche zum Ausgangspunkt einer so weittragenden Umwälzung wurden, wie sie die Physik wohl selten erlebt hat. Im Vordergrund des Interesses auf dem Gebiete der Wärmestrahlung stand damals die Strahlung des „schwarzen Körpers“, d. h. desjenigen Körpers, der alle auf ihn fallende Strahlungsenergie vollständig verschluckt. Er allein besitzt, wie Gustav Kirchhoff bewiesen hat, unter allen Körpern die folgende ausgezeichnete Eigenschaft: die Strahlung, die er aussendet, hängt, wenn man sie spektral zerlegt, nur von der Schwingungszahl ν und von der absoluten Temperatur T des Körpers ab. Es ist also, wie man sagt, die

„monochromatische Strahlungsintensität“ des schwarzen Körpers \mathfrak{R}_ν ¹⁾, eine Funktion allein von der Temperatur T und der Schwingungszahl ν :

$$\mathfrak{R}_\nu = f(\nu, T) \dots \dots \dots (1)$$

Diese funktionale Abhängigkeit einerseits zu berechnen, andererseits zu messen, war ein derzeit noch ungelöstes Problem. Einwandfreie Messungen waren natürlich erst möglich, nachdem auf Grund eines Kirchhoffschen Satzes durch Lummer und Willy Wien der schwarze Körper realisiert worden war, und zwar als ein gleichmäßig geheizter, innen geschwärzter Hohlraum mit einer kleinen Öffnung, durch welche die zu messende Strahlung nach außen dringt. Der Untersuchung dieser schwarzen Strahlung in ihrer Abhängigkeit von der Schwingungszahl und der Temperatur des emittierenden Körpers waren die Arbeiten von Lummer und Pringsheim gewidmet.

Während so die Experimentalforschung ihren Weg ging, war die Theorie nicht müßig geblieben, sondern hatte ihr durch Aufstellung dreier wichtiger Gesetze vorgearbeitet. An erster Stelle hatte Boltzmann mit Hilfe der Elektrodynamik und Thermodynamik das von Stefan schon vorher ausgesprochene Gesetz bewiesen, daß beim schwarzen Körper die Gesamtstrahlung aller Schwingungszahlen zusammen, also die Größe

$\int_0^\infty \mathfrak{R}_\nu d\nu$, proportional der vierten Potenz seiner absoluten Temperatur wachse. In weitere Feinheiten drangen die von W. Wien aufgestellten Sätze. Indem Wien sich die schwarze Strahlung in einem Hohlraum mittels eines beweglichen reflektierenden Stempels, wie ein Gas adiabatisch reversibel komprimiert dachte, und auf die reflektierten Wellen das Dopplersche Prinzip anwandte, gelang es ihm, die unbestimmte funktionale Abhängigkeit der Strahlungsintensität \mathfrak{R}_ν von ν und T weitgehend einzuschränken; er erhielt eine Beziehung von der Form:

$$\mathfrak{R}_\nu = \frac{\nu^3}{c^2} \cdot F\left(\frac{\nu}{T}\right) \quad [c = \text{Lichtgeschwindigkeit im Vacuum}] \quad (2)$$

wo die Bestimmung der Funktion F noch offen blieb. Aus diesem „Wienschen Verschiebungsgesetz“ ergeben sich 2 Folgerungen:

Diejenige Schwingungszahl ν_{\max} , für die \mathfrak{R}_ν (als Funktion von ν aufgetragen) sein Maximum \mathfrak{R}_{\max} besitzt, verschiebt sich mit wachsender Temperatur, proportional T nach höheren Werten; \mathfrak{R}_{\max} selbst wächst der 3. Potenz der Temperatur proportional. Die endgültige Aufstellung des Strahlungsgesetzes erforderte also jetzt nur noch die Ermittlung der unbekannten Funktion F . Aber dies war eben auch der Kernpunkt der ganzen Frage und der schwierigste Teil

¹⁾ \mathfrak{R}_ν ist folgendermaßen definiert: Die Oberflächeneinheit des schwarzen Körpers entsendet in der Zeiteinheit nach einer Seite die Energiemenge $2\pi\mathfrak{R}_\nu d\nu$ unpolarisierter Strahlung vom Schwingungszahlenintervall $d\nu$.

des Problems. Auch hier hat *Wien* den ersten erfolgreichen Vorstoß unternommen. Auf Grund nicht ganz einwandfreier Berechnungen gelangte er, in Anlehnung an das Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilungsgesetz, zu einem Strahlungsgesetz von folgender Form:

$$\mathfrak{R}_\nu = \frac{\alpha \nu^3}{c^2} \cdot e^{-\frac{\beta \nu}{T}} \quad [\alpha \text{ und } \beta \text{ sind 2 Konstanten}]. \quad (3)$$

Wie stellte sich nun die Erfahrung zu diesen theoretischen Ergebnissen? Während das Stefan-Boltzmannsche Gesetz und das Wiensche Verschiebungsgesetz durch die Beobachtungen von *Lummer* und *Pringsheim* weitgehend bestätigt wurden, fanden die beiden Forscher das Wiensche Strahlungsgesetz nur für hohe Schwingungszahlen (kleine Wellenlängen) erfüllt, konstatierten dagegen systematische Abweichungen für kleine Schwingungszahlen (lange Wellen). An der Realität dieser Abweichungen hielten sie mit hartnäckiger Konsequenz fest, trotzdem von gewichtiger Seite Einspruch erhoben wurde. Während nämlich *Paschen* durch seine Arbeiten die Allgemeingültigkeit der Wienschen Formel bewiesen zu haben glaubte, war auch *Planck* in seiner ausführlichen Theorie der irreversiblen Strahlungsvorgänge auf strengem Wege als *Wien* zur Wienschen Strahlungsformel gelangt. Ausgehend von dem Kirchhoffschen Satz, daß in einem gleichmäßig geheizten Hohlraum bei Anwesenheit beliebiger emittierender und absorbierender Substanz sich der schwarze Strahlungszustand herstellt, wählte *Planck* als Modell einer solchen Substanz ein System linearer, elektromagnetischer Oszillatoren und untersuchte das Strahlungsgleichgewicht, das sich zwischen ihnen und der Hohlraumstrahlung einstellt. Dabei ging er in zwei Schritten vor: Einerseits gewann er aus der Elektrodynamik eine Beziehung zwischen der Strahlungsintensität \mathfrak{R}_ν und der mittleren Energie U eines Oszillators von der Eigenschwingungszahl ν :

$$\mathfrak{R}_\nu = \frac{\nu^2}{c^2} \cdot U; \quad \dots \dots \dots (4)$$

andererseits bestimmte er — in allerdings nicht eindeutiger Weise — auf Grund des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik U als Funktion von ν und T . Die Kombination beider Schritte lieferte das Wiensche Gesetz.

Aber *Lummer* und *Pringsheim* gaben nicht nach! In einer erneuten Untersuchung im Jahre 1900 zeigten sie, daß im Gebiet der langen Wellen die Wiensche Formel unzweifelhaft die Beobachtungen nicht darstellte. Da entschloß sich *Planck*, in einer bedeutsamen Arbeit, die man als die Schöpfung der Quantenhypothese ansehen muß, seine Ableitung des Strahlungsgesetzes zu modifizieren, und zwar den nicht eindeutigen Ausdruck für die mittlere Oszillatorenergie U (als Funktion von ν und T) abzuändern. Er ging dabei in folgender Weise vor: Die ganze, dem Oszillatorensystem zur Verfügung stehende Ener-

gie wurde in eine diskrete Anzahl endlicher „Energieelemente“ (Energiequanten) ε geteilt, und diese nach dem Zufall auf die einzelnen Oszillatoren verteilt. So konnte mittels bekannter kombinatorischer Formeln die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Verteilung, und daraus nach einem von *Boltzmann* aufgestellten Satz die Entropie des Oszillatorsystems berechnet werden. Die Heranziehung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik, der ja zwischen Entropie und Energie eine Beziehung herstellt, ergab für die mittlere Energie eines Oszillators den Wert

$$U = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{kT}} - 1} \quad [k \text{ ist eine Konstante}]. \quad (5)$$

Dabei mußte — und das ist ein wesentlicher Punkt der Theorie — das Energieelement selbst, wenn man mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz in Einklang bleiben wollte, der Schwingungszahl proportional gesetzt werden, d. h. es mußte

$\varepsilon = h \nu$ [h ist eine Konstante]. (6) sein. So folgte aus (4), (5) und (6) als Endresultat die berühmte Plancksche Strahlungsformel:

$$\mathfrak{R}_\nu = \frac{h \nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h \nu}{kT}} - 1} \quad \dots \dots \dots (7)$$

die noch im selben und im darauffolgenden Jahre (1900 und 1901) durch Messungen von *Rubens* und *Kurlbaum* einerseits, von *Paschen* andererseits aufs beste bestätigt wurde. Auch die späteren zur Prüfung dieser Formel angestellten Untersuchungen, besonders die exakten Messungen, die in den letzten Jahren in der Reichsanstalt ausgeführt worden sind, haben die Gültigkeit des Planckschen Gesetzes dargetan.

Doch mit der Aufstellung der Strahlungsformel waren die Erfolge der neuen Planckschen Theorie nicht erschöpft, vielmehr offenbarten sich sogleich bedeutsame Beziehungen dieser Theorie zu anderen Gebieten. Es zeigte sich nämlich, daß die in der Strahlungsformel auftretende und meßbare Größe k gleich ist dem Quotienten der absoluten Gaskonstanten R durch die Avogadrosche Zahl N (Zahl der Moleküle in einem Grammmolekül)

$$k = \frac{R}{N} \quad \dots \dots \dots (8)$$

Da der Wert von R aus der Zustandsgleichung idealer Gase bekannt war, konnte aus den Strahlungsmessungen somit N , und unter Benutzung der Coulombschen Zahl (Ladung, die mit einem einwertigen Gramm-Ion wandert) sogar die Ladung des Elektrons e berechnet werden. Dabei ergab sich eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den nach anderen Methoden berechneten Werten.

II. Das Versagen der klassischen Statistik.

Hatten diese großen Erfolge das Vertrauen zur Planckschen Theorie gerechtfertigt, so er-

kannte man auch bald — worauf Planck schon in seinen ersten Arbeiten mit Nachdruck hinwies —, daß der Kernpunkt der Theorie eben in der Quantenhypothese bestand, d. h. in der neuartigen und befremdlichen Vorstellung, daß die Energie der Oszillatoren mit der Eigenschwingungszahl ν keine stetig veränderliche Größe, sondern stets ein ganzzahliges Vielfaches des Energieelements $\epsilon = h\nu$ ist. Die Erkenntnis von der Notwendigkeit dieser Hypothese hat sich im Laufe der Jahre immer mehr durchgerungen und befestigt, und zwar wesentlich auf dem Wege des indirekten Beweises; dadurch nämlich, daß alle Versuche, mit der klassischen Theorie durchzukommen, folgerichtig zu einem falschen Strahlungsgesetz führten. Indem nämlich Planck das Strahlungsproblem zu einem Wahrscheinlichkeitsproblem erhoben hatte — es sollte ja eine bestimmte Energie auf die Oszillatoren nach dem Zufall verteilt, und der Mittelwert der Energie eines Oszillators U berechnet werden —, war es möglich geworden, die Methoden der von Maxwell, Boltzmann und Gibbs begründeten statistischen Mechanik in Anwendung zu bringen. Was aber forderte diese? Einer ihrer Hauptsätze ist der Satz von der gleichmäßigen Verteilung der kinetischen Energie, nach dem im statistischen Gleichgewicht bei der absoluten Temperatur T jeder Freiheitsgrad eines noch so komplizierten Systems im Mittel die kinetische Energie $\frac{kT}{2}$

besitzt. Danach mußte der lineare Plancksche Oszillator (ein Freiheitsgrad) die mittlere kinetische Energie $\frac{1}{2} kT$, daher die mittlere Gesamtenergie (kinetische + potentielle)

$$U = kT \quad \dots \dots \dots (9)$$

besitzen. Dieses Ergebnis der klassischen Statistik, mit Formel (4) kombiniert, liefert das von Rayleigh und Jeans aufgestellte Strahlungsgesetz:

$$\mathfrak{R}_\nu = \frac{\nu^2}{c^2} kT, \quad \dots \dots \dots (10)$$

das als Grenzfall für kleine Werte von $\frac{\nu}{T}$, d. h. für sehr lange Wellen oder sehr hohe Temperaturen, in dem Planckschen Gesetz mitenthalten ist. (Der andere Grenzfall der Planckschen Formel ist das für große Werte von $\frac{\nu}{T}$ gültige Wiensche Strahlungsgesetz [3].) Dieses Rayleigh-Jeansche Strahlungsgesetz steht im grellsten Widerspruch zur Erfahrung. Während alle beobachteten Energieverteilungskurven des schwarzen Körpers (d. h. \mathfrak{R}_ν bei festem T als Funktion von ν aufgetragen) ein Maximum aufweisen, steigt die durch (10) gegebene Kurve mit wachsendem ν unbegrenzt an, und liefert daher auch für die Gesamtstrahlung $\int_0^\infty \mathfrak{R}_\nu d\nu$ einen unendlichen Wert.

Von verschiedenster Seite und in verschieden-

ster Weise ist im Laufe der Jahre versucht worden, unter Beibehaltung der klassischen Statistik dem Rayleighschen Gesetz zu entgehen. Alles vergeblich! So hat Jeans ohne Heranziehung der materiellen Oszillatoren nur die Strahlung in einem Hohlraum betrachtet und die Energie nach dem Gleichverteilungssatz auf die einzelnen Freiheitsgrade der Hohlraumstrahlung (das sind hier die einzelnen Eigenschwingungen) verteilt. So hat H. A. Lorentz in einer tiefgehenden Untersuchung die Wärmestrahlung der Metalle abgeleitet, ausgehend von der Vorstellung, daß die freien Leitungselektronen bei ihren Stößen gegen die Metallatome die Strahlung erzeugen, und unter Anwendung des Gleichverteilungssatzes auf die Bewegung der Elektronen. In etwas anderer Weise gingen Einstein und Hopf vor; sie dachten sich den Planckschen Oszillator fest mit einem Molekül verbunden und dieses Gebilde der Strahlung und den Stößen der anderen Moleküle ausgesetzt. Dann ließ sich das Strahlungsgesetz aus der statistischen Gleichgewichtsbedingung gewinnen, nach der der Impuls, den die Molekülstöße dem Gebilde erteilen, im Durchschnitt ebenso groß ist, wie der Impuls, den die Strahlung dem Oszillator erteilt. Alle die genannten Ableitungen führten immer wieder zur Rayleighschen Strahlungsformel. Und endlich hat auf dem Solvay-Kongreß 1911 H. A. Lorentz in denkbar allgemeiner Weise gezeigt, daß man mit Notwendigkeit zu diesem falschen Gesetz gelangt, wenn man für die gesamten Erscheinungen (mechanischer und elektromagnetischer Natur), die sich in einem mit Strahlung, Materie und Elektronen erfüllten Hohlraum abspielen, die Gültigkeit der Hamiltonschen Grundgleichungen der Mechanik und des Gleichverteilungssatzes voraussetzt.

III. Die Entwicklung und Verzweigung der Quantentheorie.

So mußte sich, wie gesagt, die Überzeugung befestigen, daß jeder Versuch, das Strahlungsgesetz auf Grund der klassischen Elektrodynamik und Statistik abzuleiten, von vornherein zum Scheitern verurteilt war, und daß man in die Theorie eine unbekannte Unstetigkeit, wie sie die Quantenhypothese fordert, einzuführen gezwungen sei.

Daß man dabei mit bestehenden und bis dahin gut fundierten Theorien in schärfsten Konflikt geriet, war ohne weiteres klar. Sollte nämlich die Energie des Planckschen Oszillators nur ganze Vielfache von $\epsilon = h\nu$ betragen (also nur die Werte $0, \epsilon, 2\epsilon, 3\epsilon$, usw. annehmen können), so mußte, da der Oszillator seine Energie nur durch Absorption und Emission ändert, daraus mit Notwendigkeit geschlossen werden, daß der Oszillator nicht beliebige Energiemengen, sondern eben nur ganze Vielfache von ϵ absorbieren und emittieren kann (Quantenemission und Quantenabsorption). Diese Folgerung schlägt der klassischen Elektrodynamik ins Gesicht; denn nach der

Elektronentheorie emittiert und absorbiert ein elektromagnetischer Oszillator (etwa ein schwingendes Elektron) im Strahlungsfelde durchaus stetig, d. h. in hinreichend kleinen Zeiten beliebig kleine Energiebeträge.

Hier klaffte am Eingangstor zu dem neuen Land bereits ein Spalt, der entweder, in Hinsicht auf die Erfolge der klassischen Theorie, durch einen Kompromiß überbrückt werden mußte, oder unter Verzicht auf das Bestehende rücksichtslos erweitert werden konnte. Zu dem letzteren radikalen Schritt fühlte sich *Einstein* gedrängt. Auf Grund sehr origineller Überlegungen stellte er die Hypothese auf, daß die Energiequanten nicht nur, wie *Planck* meinte, bei der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie (Oszillatoren) eine Rolle spielen, sondern daß die Strahlung auch bei ihrer Ausbreitung im Vakuum oder in irgend einem Medium quantenhafte Struktur besitze (Lichtquantenhypothese). Danach sollte also alle Strahlung sich aus unteilbaren „Strahlungsquanten“ zusammensetzen; bei der Ausbreitung vom erregenden Zentrum sollte sich die Energie nicht gleichmäßig in Kugelwellen auf immer größere Räume verteilen, sondern aus einer endlichen Zahl konzentrierter Energiequanten bestehen, die sich wie materielle Gebilde bewegen und nur als Ganzes emittiert und absorbiert werden können. Zu dieser merkwürdigen und mit allen Erfahrungen der Undulationstheorie brechenden Vorstellung glaubte sich *Einstein* durch mehrere, zum gleichen Ziele führende Untersuchungen genötigt. Und zwar durch Berechnung gewisser Schwankungserscheinungen im Strahlungsfeld, Erscheinungen, wie sie uns aus der Statistik, besonders der kinetischen Gastheorie geläufig sind. Es ist ja bekannt, daß in einem Gase, das n Moleküle im Volumen v_0 enthält, die räumliche Verteilungsdichte dieser Moleküle keineswegs gleichmäßig ist, sondern infolge der Bewegung der Moleküle Schwankungen unterliegt. Ja, es können unter Umständen so extreme Fälle eintreten, daß z. B. alle Moleküle in einem Augenblick in einem Teilvolumen $v (< v_0)$ versammelt sind. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist

$$w = \left(\frac{v}{v_0}\right)^n$$

Ganz analogen Schwankungen unterliegt nun auch die räumliche Energiedichte der Strahlung, die in einem Volumen v_0 eingeschlossen ist. Ist E die Gesamtenergie der monochromatisch gedachten Strahlung, und ist die Schwingungszahl ν dieser Strahlung so groß, (oder ihre Temperatur so niedrig), daß das Wiensche Strahlungsgesetz für sie gilt, so wird die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die gesamte Strahlung sich in dem Teilvolumen $v (< v_0)$ befindet, nach *Einstein*

$$w = \left(\frac{v}{v_0}\right)^{\frac{E}{h\nu}}$$

Daraus ist zu schließen, daß sich die Strahlung im Gültigkeitsbereich des Wienschen Gesetzes

statistisch so verhält, als bestände sie aus $n = \frac{E}{h\nu}$ von einander unabhängigen Energiekomplexen von der Größe $h\nu$. Zu demselben Schluß führt auch eine andere von *Einstein* herrührende Betrachtung, welche die Impulsschwankungen ins Auge faßt, die eine freibewegliche reflektierende Platte im Felde der schwarzen Strahlung infolge der Unregelmäßigkeiten des Strahlungsdruckes erleidet; ist die Platte außerdem noch den unregelmäßigen Stößen von Gasmolekülen ausgesetzt (vollführt also eine Brownsche Bewegung), so muß zwischen den Impulsen, die die Moleküle einerseits, die Strahlung andererseits auf die Platte übertragen, Gleichgewicht bestehen. Legt man nun das Plancksche Gesetz für die Strahlung zugrunde, so folgt für die von der Strahlung herrührenden Impulsschwankungen ein zweigliedriger Ausdruck, in welchem nur das eine Glied sich vom Standpunkt der klassischen Undulationstheorie aus berechnen läßt; das zweite Glied aber, das bei geringer Strahlungsdichte (d. h. bei hohen Schwingungszahlen oder tiefen Temperaturen) das erste an Größe weit übertrifft, wird verständlich, wenn man sich die Strahlung aus unteilbaren Quanten zusammengesetzt denkt, also die Lichtquantenhypothese einführt.

So seltsam diese Hypothese auch anmutet, so war doch nicht zu verkennen, daß sie imstande war, eine große Reihe von Erscheinungen einfach und zwanglos zu erklären, denen die Undulationstheorie ziemlich ratlos gegenüberstand. Ein sehr drastisches Beispiel dafür sind die von *Lenard* und seinen Schülern erforschten Gesetze der Phosphoreszenz, speziell die Stokessche Regel. Ist nämlich ν_p die Schwingungszahl des emittierten Phosphoreszenzlichtes, ν_e die Schwingungszahl des phosphoreszenz-erregenden Lichtes, so verwandelt sich nach *Einsteins* Vorstellung je ein Quantum $h\nu_e$ des erregenden Lichtes in je ein Quantum $h\nu_p$ des Phosphoreszenzlichtes. Daher muß nach dem Energieprinzip $h\nu_e \geq h\nu_p$ oder $\nu_e \geq \nu_p$ sein. Das aber ist die Stokessche Regel.

Ganz ähnlich lassen sich auch die Fluoreszenz-erscheinungen im Gebiete der Röntgenstrahlen und im Sichtbaren mit Hilfe der Lichtquantenhypothese deuten. Die Messungen von *Barkla*, *Wagner* und *de Broglie* zeigten, daß auch bei der Erregung der sekundären „charakteristischen Röntgenstrahlung“ durch primäre Röntgenstrahlen die Stokessche Regel gilt; so erstreckt sich zum Beispiel das zur Erregung der *K*-Serie dienende Gebiet von Schwingungszahlen (das „Erregungsgebiet der *K*-Serie“), von einer scharf definierten Grenze ν_K (der sogenannten Absorptionsbandkante) an, nach höheren Schwingungszahlen hin, wobei ν_K etwas größer ist, als die härteste bekannte Linie (γ) der *K*-Serie.

Es ist ferner von besonderem Interesse, daß nicht unter allen Umständen Lichtquanten sich wieder in Lichtquanten verwandeln. Vielmehr kann auch aus kinetischer Energie (etwa Elek-

tronenstoß) bei der Umwandlung eines Elementarprozesses ein Lichtquant entstehen. Soll also etwa die charakteristische K -Serie eines bestimmten Elementes durch den Aufprall von Kathodenstrahlen auf die, aus dem betreffenden Element verfertigte Antikathode erzeugt werden, so muß die kinetische Energie E eines auflprallenden Elektrons einen kritischen Wert E_K überschreiten. Denkt man sich nämlich E in ein Lichtquantum $h\nu_e$ verwandelt, so muß ν_e dem „Erregungsgebiet der K -Serie“ angehören, also $\nu_e \geq \nu_K$ sein (wo ν_K die Schwingungszahl der Absorptionsbandkante ist), daher $E \geq h\nu_K (= E_K)$. Diese Beziehung hat sich nach Messungen von *Wagner* und *Webster* auch quantitativ gut bestätigt.

Auch im Sichtbaren und den unmittelbar angrenzenden Spektralgebieten treffen wir auf ähnliche Erscheinungen. So zeigten *Franck* und *Hertz*, daß man durch den Stoß von Elektronen, deren kinetische Energie einen kritischen Wert E_0 übersteigt, eine bestimmte charakteristische Fluoreszenzlinie des Quecksilbers von der Schwingungszahl $\nu_0 = 1,183 \cdot 10^{15}$ erregen kann. Dabei fand sie die Beziehung $E_0 = h\nu_0$ mit großer Genauigkeit erfüllt.

Es ist nun bemerkenswert, daß auch der entsprechende umgekehrte Vorgang uns in der Natur entgegentritt: Nämlich die Verwandlung eines Lichtquantums in kinetische Energie abgeschleudelter Elektronen. Zu diesem Tatsachenkomplex gehören z. B. die photoelektrischen Erscheinungen, d. h. die Loslösung von Elektronen (etwa aus Metallen) durch die Einwirkung des Lichtes. Denkt man sich mit *Einstein* je ein Lichtquantum $h\nu$ in kinetische Energie eines abgesprengten Elektrons verwandelt, so muß für die Anfangsgeschwindigkeit v der emittierten Elektronen (Masse m) die Beziehung gelten:

$$\frac{1}{2} m v^2 = h\nu - P \quad (11)$$

wo P die Arbeit ist, die das Elektron noch zu leisten hat, um von der Stelle seiner Loslösung aus bis zum Verlassen der Körperoberfläche zu fliegen. Es ergibt sich also für die Energien der emittierten Elektronen ein linearer Anstieg mit der Schwingungszahl des auslösenden Lichtes, ein Gesetz, das nach jüngsten Messungen *Millikans* so exakt erfüllt ist, daß man darauf eine Bestimmung von h gründen kann.

Noch in einer größeren Reihe anderer Fälle, die hier nur kurz gestreift seien, hat sich die Lichtquantenhypothese, besonders in den Händen von *Stark* und *Einstein*, als Erklärungsmöglichkeit bewährt. So läßt sie z. B., bei dem Phänomen der Gasionisierung durch ultraviolettes Licht oder Röntgenstrahlen, die relativ äußerst geringe Zahl ionisierter Gasmoleküle verständlich erscheinen, so ist sie ferner von *Einstein* mit Erfolg auf die von *Warburg* eingehend studierten photochemischen Reaktionen angewandt worden, und *Stark* hat auf ihrer Basis die Kanten der

Bandenspektren und den Doppler-Effekt bei den Kanalstrahlen gedeutet.

Bei allen diesen Erfolgen der Lichtquantenhypothese darf man indessen nicht außer Acht lassen, daß diese radikale Auffassung — in ihrer bestehenden Form zum mindesten — mit der klassischen Undulationstheorie nur schwer in Einklang zu bringen ist. Da aber andererseits die Interferenz- und Beugungserscheinungen in allen ihren beobachtbaren Feinheiten durch die Wellentheorie aufs beste wiedergegeben werden, so war es verständlich, daß nur wenig Forscher sich zu dem Opfer entschließen konnten, eine Modifikation oder gar ein Aufgeben der bewährten Vorstellungen von der Lichtausbreitung gut zu heißen. Diesen vorsichtigeren und zurückhaltenderen Standpunkt vertrat *Planck* (und vertritt ihn noch heute), indem er das Quantenhafte in die Materie (den Oszillator) verlegt wissen wollte, dagegen für die Lichtausbreitung im Raum die Lehren der klassischen Wellentheorie zu erhalten strebte. Jedoch stellten sich der weiteren Durchführung schon seiner ersten Quantenhypothese (quantenhafte Emission und quantenhafte Absorption) ernste Hindernisse in den Weg. *H. A. Lorentz* wies nämlich mit Recht darauf hin, daß die Vorstellung der Quantenabsorption zu Schwierigkeiten führe, indem er zeigte, daß die Zeit, die ein Oszillator zur Absorption eines Energiequantums benötige, unwahrscheinlich groß ausfalle, wenn das äußere Strahlungsfeld hinreichend schwach sei. Auch könne man ja dann die Strahlung willkürlich abbrechen, bevor der Oszillator ein volles Quantum verschluckt habe. Durch diese Einwände veranlaßt, entschloß sich *Planck*, die Quantenhypothese in folgender Weise zu modifizieren: *Die Absorption verläuft stetig, nach den Gesetzen der klassischen Elektrodynamik; die Energie der Oszillatoren ist daher stetig veränderlich; quantenhafte und unstetig dagegen ist die Emission, und zwar kann der Oszillator nur dann emittieren, wenn seine Energie gerade ein ganzes Vielfaches von $\varepsilon = h\nu$ ist; ob er dann emittiert oder nicht, wird durch ein Wahrscheinlichkeitsgesetz geregelt, wenn er aber emittiert, so verliert er stets seine ganze momentane Energie, emittiert also Quanten.* Zwischen zwei Emissionen füllt sich sein Energieinhalt durch Absorption stetig und proportional der Zeit auf. Nach dieser zweiten Theorie *Plancks*, die man die „Theorie der Quantenemission“ nennt, ist die mittlere Energie U des linearen Oszillators um $\frac{\varepsilon}{2}$ größer als in der ersten Theorie. Während also dort die mittlere Energie der Oszillatoren am absoluten Nullpunkt gleich Null war [siehe Gl. (5)], wird sie hier in der neuen Theorie gleich $\frac{\varepsilon}{2}$; die Oszillatoren behalten also beim Nullpunkt im Mittel eine „Nullpunktsenergie“ von der Größe $\frac{h\nu}{2}$ (indem sie nämlich für $T=0$ alle möglichen

Energien zwischen 0 und $h\nu$ annehmen). Trotzdem führt auch diese Theorie, durch eine entsprechende Abänderung der Beziehung (4), zum Planckschen Strahlungsgesetz.

Im Laufe der Jahre hat *Planck* noch mehrfach versucht, auch diese 2. Theorie umzugestalten; z. B. hat er vorübergehend auch die Emission als stetig angenommen und das quantenhafte Element in die Anregung der Oszillatoren durch Molekül- oder Elektronenstöße verlegt; er ist aber im wesentlichen immer wieder zu der zweiten Form seiner Theorie (stetige Absorption, Quantenemission) zurückgekehrt.

In mehr als einer Richtung hat diese Theorie weitere Kreise gezogen. Das Auftreten der mittleren Nullpunktsenergie, das dieser 2. Planckschen Theorie eigentümlich ist, wurde zur Anregung für eine Reihe von Arbeiten, in denen man, über *Planck* hinausgehend, die Existenz einer wahren (nicht mittleren), für alle Oszillatoren gleichen Nullpunktsenergie forderte. Auf dieser Basis haben *Einstein* und *Stern* eine Ableitung des Planckschen Gesetzes gegeben, die alle Unstetigkeiten vermeidet, bis auf die Existenz eben dieser wahren Nullpunktsenergie von der Größe $h\nu$. Noch radikaler ging im Jahr 1916 *Nernst* vor, indem er die Existenz einer auch beim Nullpunkt vorhandenen, von der Wärmestrahlung unabhängigen „Nullpunktsstrahlung“ postulierte, die den ganzen Raum erfüllt, und mit der sich die Oszillatoren (und alle Elementargebilde) durch Aufnahme der Nullpunktsenergie ins Gleichgewicht setzen. Man mag diesen Anschauungen mehr oder weniger skeptisch gegenüberstehen, so sprechen doch ohne Zweifel eine Reihe von Erscheinungen für die Vorstellung, daß beim absoluten Nullpunkt nicht alle Bewegung erloschen ist. Man denke nur an die Tatsache, daß nach *Einstein* und *de Haas* der Para- und Ferro-Magnetismus von kreisenden Elektronen erzeugt wird, und daß dieser Magnetismus bis zu tiefsten erreichbaren Temperaturen bestehen bleibt.

Aber noch in einer anderen Richtung hat die Plancksche Theorie anregend gewirkt, durch eine Formulierung, die ihr *Planck* auf dem Solvay-Kongreß (1911) gab. Hier hat nämlich *Planck* zum ersten Mal den Gedanken ausgesprochen, daß das Auftreten der Energiequanten nur etwas sekundäres sei, nur die Konsequenz eines tiefer liegenden und allgemeineren Gesetzes. Dieses Gesetz, das man als den Vorläufer der jüngsten Entwicklungen der Quantenlehre anzusehen hat, läßt sich folgendermaßen formulieren: Man denke sich den Zustand des Oszillators (etwa eines linear schwingenden Elektrons) nach dem Vorgange von *Gibbs* durch seine Elongation q aus der Ruhelage und seinen Impuls p definiert und in einer q, p -Ebene (der Zustands- oder Phasenebene) dargestellt. Jeder Punkt der q, p -Ebene entspricht dann einem bestimmten Zustand des Oszillators. Dann wird gefordert, daß nicht alle Punkte dieser Zustandsebene einander gleich-

wertig sind. Vielmehr gibt es gewisse Zustände des Oszillators, die durch eine Besonderheit ausgezeichnet sind. Die diesen Zuständen entsprechenden Punkte in der Zustandsebene liegen auf einer Reihe diskreter, einander umschließender Kurven (im Falle des linearen Oszillators sind es konzentrische Ellipsen), welche die Zustandsebene in lauter Ringgebiete von der Größe h teilen. Berechnet man nun die Energie eines Oszillators, von der Schwingungszahl ν in einem solchen ausgezeichneten Zustand, so findet man ein ganzes Vielfaches von $h\nu$. Diese ausgezeichneten Zustände (in der Phasenebene dargestellt durch die Punkte der diskreten Ellipsen) sind also nach *Plancks* erster Theorie die allein möglichen Zustände des Oszillators. Nach seiner 2. Fassung sind es diejenigen Zustände, in denen die Emission erfolgt. Von diesem Standpunkt aus gesehen, sind also die Energiequanten nur eine Folge der Einteilung der Zustandsebene. Mathematisch läßt sich diese Struktur der Phasenebene durch die Forderung aussprechen, daß die n^{te} ausgezeichnete Kurve einen Flächeninhalt von der Größe nh umschließt.

$$\iint dq dp = \int p dq = nh. \quad (12)$$

An diese, für Systeme von einem Freiheitsgrad aufgestellte Fassung, die man die Plancksche Theorie des Wirkungsquantums¹⁾ nennt, hat sich, wie wir sehen werden, die moderne Erweiterung der Quantentheorie für mehrere Freiheitsgrade angeschlossen. Auch ein von *Sommerfeld* beschrittener und weiter ausgebauter Weg nimmt hier seinen Ursprung. Ausgehend von der Tatsache, daß die Plancksche Konstante h die Dimension einer Wirkung (Energie · Zeit) besitzt, stellte *Sommerfeld* die Hypothese auf, daß für jeden reinen Molekularprozeß — etwa die Ablösung eines Elektrons beim Photoeffekt, oder die Bremsung eines Elektrons in der Antikathode bei der Erzeugung von Röntgenstrahlen — die aus dem Hamiltonschen Prinzip her bekannte Wir-

kungsgröße $\int_0^{\tau} (L - V) dt$ den Wert $\frac{h}{2\pi}$ annimmt.

Dabei sind L und V kinetische und potentielle Energie des Elektrons, τ ist die Dauer des Molekularprozesses, also etwa die Zeit, die bis zur Ablösung des Elektrons aus dem Atomverband beim Photoeffekt verstreicht, oder die Bremszeit des Elektrons in der Antikathode. Diese Formulierung der Quantenhypothese ist ein Ausdruck der Tatsache, daß große Energiemengen in kurzer, kleine Energiemengen erst in langer Zeit, von den Molekülen aufgenommen oder abgegeben werden, so daß im wesentlichen das Produkt aus der Energie und der Zeit des Energieaustausches konstant ist. In der Tat werden zum Beispiel schnelle Kathodenstrahlen beim Auftreffen auf Materie in kürzerer Zeit gebremst, und erzeugen daher härtere Röntgenstrahlen, als langsame Ka-

¹⁾ h hat nämlich die Dimension einer „Wirkung“.

thodenstrahlen. *Sommerfeld* hat seine Theorie mit Erfolg auf den Mechanismus der Erzeugung von Röntgen- und γ -Strahlen angewandt, *Sommerfeld* und *Debye* haben auf derselben Grundlage eine Theorie des Photoeffektes ausgearbeitet, die, wie die Lichtquantenhypothese, in Übereinstimmung mit der Erfahrung ebenfalls zum Einsteinschen Gesetz (11) führte.

IV. Das Übergreifen der Quantenlehre auf die Molekulartheorie der festen Körper.

Es ist für die Konsolidierung der Lehre von den Quanten ein besonders glücklicher Umstand gewesen, daß das Versagen der klassischen Statistik nicht auf die Strahlungstheorie beschränkt blieb, sondern, wie sich zeigen sollte, auch auf die Molekulartheorie der festen Körper übergriff. So erwuchs von einem ganz fremden Gebiet her der Quantenhypothese eine starke Stütze, nämlich vom Gebiete der *Atomwärmen*. Die Atomwärme (bei mehratomigen Körpern Molekularwärme) eines Stoffes ist bekanntlich seine spezifische Wärme, multipliziert mit seinem Atomgewicht (bzw. Molekulargewicht), oder anders ausgedrückt: es ist diejenige Wärme, die man einem Grammatom (bzw. einem Grammolekül) des Stoffes zuführen muß, um seine Temperatur um einen Grad zu steigern. Nach unseren heutigen Vorstellungen ist der Wärmeinhalt eines einatomigen festen Körpers, etwa eines Kristalls, nichts anderes als die Schwingungsenergie seiner gitterartig angeordneten Atome um ihre Gleichgewichtslagen. Wendet man auf diese Schwingungen die klassische Statistik an, speziell den Satz von der gleichmäßigen Verteilung der kinetischen Energie, so gelangt man zu folgendem Schluß: Die mittlere kinetische Energie eines räumlich (d. h. mit 3 Freiheitsgraden) schwingenden Atoms ist $3 \cdot \frac{kT}{2}$, ebenso groß ist seine mittlere potentielle Energie, seine mittlere Gesamtenergie also $= 3kT$. Betrachten wir ein Grammatom des Körpers, also ein System von N Atomen (N ist die Avogadro'sche Zahl), so folgt für die Energie des Körpers (d. h. für seinen Wärmeinhalt)

$$E = 3kT \cdot N = 3RT \quad (\text{siehe Gl. 8}).$$

Daher wird die Atomwärme des Körpers (bei konstantem Volumen)

$$C_v = \frac{dE}{dT} = 3R = 5.94 \text{ cal.}$$

Dies ist das Gesetz von *Dulong* und *Petit*, nach dem also die Atomwärme der einatomigen festen Körper den von der Temperatur unabhängigen Wert 5,94 cal. besitzt. Diesem Gesetz gehorchen nun in der Tat viele Körper mehr oder weniger genau. Dagegen waren schon lange Körper bekannt, die sich der Regel durchaus nicht fügten, und besonders bei tiefen Temperaturen systematische Abweichungen aufwiesen. So hatte schon im Jahre 1875 *F. H. Weber* gefunden, daß die Atomwärme des Diamants bei -50° ungefähr

0,76 cal. beträgt. Diesen niedrigen Werten der Atomwärmen stand die klassische Statistik ratlos gegenüber. *Einstein* war es, der zuerst erkannte, daß auch hier die Plancksche Quantentheorie berufen war, den Knoten zu lösen. Genau ebenso wie in der Strahlungstheorie mußte auch im Gebiet der Atomwärmen der Weg der klassischen Statistik bei einem falschen Gesetz münden. Daher mußte der Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung auch hier fallen, und der Ausdruck $3kT$ für die mittlere Energie des schwingenden Atoms durch den entsprechenden quantentheoretischen Wert (siehe (5) und (6))

$$\frac{3h\nu}{e^{kT} - 1} \quad (\nu \text{ ist die Schwingungszahl des Atoms})$$

ersetzt werden. Der Faktor 3 rührt daher, daß, im Gegensatz zum linearen Planckschen Oszillator mit einem Freiheitsgrade, das schwingende Atom drei Freiheitsgrade besitzt. Multipliziert man diesen Ausdruck mit N und differenziert nach T , so folgt für die Atomwärme die Einsteinsche Formel:

$$C_v = 3R \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2}, \quad \text{wo } x = \frac{h\nu}{kT}.$$

Danach ist also die Atomwärme der einatomigen festen Körper keine von der Temperatur unabhängige Konstante — wie es das Dulong-Petitsche

Gesetz verlangt — sondern eine Funktion von $\frac{\nu}{T}$, also bei einem bestimmten Körper (festes ν) eine Funktion der Temperatur. Ihr Verlauf ist derart, daß für $T=0$ die Atomwärme selbst $= 0$ ist, und dann mit wachsender Temperatur allmählich ansteigt, um sich für hohe Temperaturen dem Wert $3R$ zu nähern. Das Dulong-Petitsche Gesetz ist also ein Grenzgesetz, das nur für kleine

Werte von $\frac{\nu}{T}$ (langsame Schwingungen oder hohe Temperaturen) erfüllt ist, genau wie das Rayleigh-Jeanssche Strahlungsgesetz. Die Abweichungen vom Dulong-Petitschen Gesetz machen sich daher beim Übergang nach tieferen Temperaturen um so eher geltend, je höher die Schwingungszahl der Atome ist. Diese Schwingungszahl ν — die einzige unbekannte Größe in der Einsteinschen Formel — läßt sich auf mehreren unabhängigen und sehr bemerkenswerten Wegen berechnen. Einen Zusammenhang des ν mit den elastischen Eigenschaften der Körper konstatierte schon *Einstein*; eine weitere Beziehung, die ν mit thermischen Daten, nämlich der Schmelztemperatur verknüpft, fand *F. A. Lindemann* durch Ausarbeitung der Vorstellung, daß die Schwingungsamplitude der Atome beim Schmelzpunkt die Größenordnung der Atomabstände erreicht. Eine dritte Methode endlich zur Berechnung von ν beruht auf der bedeutsamen von *Nernst* ausgesprochenen Tatsache, daß es bei vielen mehratomigen Salzen die ultraroten Schwingungen der entgegengesetzt geladenen Atome gegen-

einander sind, die auch in der Theorie der Atomwärmen eine Rolle spielen. Diese Schwingungen machen sich bekanntlich optisch durch ein hohes Reflektionsvermögen des Körpers für Wellen von der Schwingungszahl ν bemerkbar (Reststrahlen von *Rubens* und Mitarbeitern).

Um die Einsteinsche Formel, speziell den Abfall der Atomwärmen nach tiefen Temperaturen hin zu prüfen, unternahm *Nernst* in Gemeinschaft mit seinen Schülern ausgedehnte Untersuchungen, die ihm um so näher lagen, als er zu ähnlichen Betrachtungen auf Grund seines Wärmesatzes geführt worden war. Die Experimente ergaben eine qualitativ sehr bemerkenswerte Übereinstimmung der gemessenen Werte mit der Einsteinschen Formel; in quantitativer Hinsicht jedoch zeigten sich Diskrepanzen, indem der Abfall der beobachteten Atomwärmen viel langsamer vor sich ging, als der berechneten. Diesen Abweichungen trugen *Nernst* und *Lindemann* durch Aufstellung einer empirischen Formel Rechnung. Indessen mußte es bald klar werden, woher diese Abweichungen rührten, und nach welcher Richtung hin die Einsteinsche Formel verbesserungsbedürftig war. *Einstein* hatte der Einfachheit halber von vornherein mit einer einzigen Schwingungszahl ν der Atome gerechnet, gleichsam als wären alle Atome voneinander unabhängig. In Wirklichkeit aber ist der feste Körper, etwa ein Kristall, aus einem Raumgitter regelmäßig angeordneter Atome aufgebaut. In einem solchen komplizierten mechanischen System aber schwingen die Atome nicht voneinander unabhängig mit bestimmter Schwingungszahl ν . Vielmehr haben wir hier ein Gebilde vor uns, das, im Eindimensionalen, etwa einer schwingenden Saite vergleichbar ist, und daher, entsprechend dem Grundton und den Obertönen der Saite, ein ganzes Spektrum von Eigenschwingungen besitzt. Hat der Körper N -Atome, so besitzt er im allgemeinen $3N$ -Eigenschwingungen, von denen die langsamsten Schallschwingungen sind, während die schnellsten ins ultrarote Gebiet fallen. Berechnet man nun die Zahl der Eigenschwingungen, deren Schwingungszahlen in ein schmales Intervall $(\nu \dots \nu + d\nu)$ fallen, erteilt jeder solchen Eigenschwingung den quantentheoretischen Energiewert (5) und summiert (oder integriert) über alle vorkommenden Schwingungszahlen, so erhält man den Wärmehalt des Körpers und daraus durch Differenzieren nach T die Atomwärme. In diesem Sinne ist von 2 verschiedenen Seiten die Theorie ausgebaut worden, einerseits von *Born* und *Kármán*, die den endlichen Kristall durch einen unendlichen ersetzten, andererseits durch *Debye*, der den Körper durch ein elastisches Kontinuum approximierte. Beide Theorien sind mit den Ergebnissen der Messungen in gutem Einvernehmen.

Im Anschluß an diesen Vorstellungskreis, vor allem an die Debyesche Theorie, ist von mehreren Forschern, hauptsächlich von *Grüneisen*, *Nernst*

und *Debye*, eine Theorie des festen Körpers ausgearbeitet worden, gleichsam mit dem Ziel, der kinetischen Gastheorie eine kinetische Theorie des festen Zustandes an die Seite zu stellen. Besondere Schwierigkeiten bereiten dabei die Probleme der Wärmeleitung und der Elektrizitätsleitung. Was die Wärmeleitung anlangt, so hat *Debye* in einem Wolfskehlvortrag in Göttingen 1913 jedenfalls einen ersten vielversprechenden Vorstoß unternommen, um die von *Eucken* beobachteten hohen Wärmeleitfähigkeiten der Kristalle bei tiefen Temperaturen zu erklären. Dabei machte er mit Erfolg von der Vorstellung Gebrauch, daß die Kräfte, die die verschobenen Atome des Körpers in ihre Gleichgewichtslage zurückziehen, nicht nur von den ersten Potenzen der Verschiebungen abhängen, sondern auch von höheren, d. h. er erweiterte das allgemeine Hookesche Gesetz, eine Hypothese, die er als notwendig erkannt hatte, um die Wärmeausdehnung der Körper zu verstehen.

Auch in die Theorie der Elektrizitätsleitung in Metallen hat die Quantenvorstellung Eingang gefunden (*Nernst*, *Lindemann*, *W. Wien*, *Herzfeld* u. a.). Die Hauptschwierigkeit, welche die so außerordentlich erfolgreichen Elektronentheorien der Elektrizitätsleitung von *Drude* und *Riecke* mit sich bringen, ist die Tatsache, daß nach ihnen die freien Leitungselektronen am Wärmegleichgewicht teilnehmen und daher nach dem Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung einen beträchtlichen Beitrag zum Wärmehalt des Metalls und seiner spezifischen Wärme liefern müßten. Um dieser Erhöhung der spezifischen Wärme der Metalle durch die Anwesenheit der Leitungselektronen — die nie beobachtet worden ist — zu entgehen, müßte man die Zahl der Leitungselektronen so klein annehmen, daß dann die beobachteten Leitfähigkeiten nicht verständlich wären. Auch den Verlauf des von *Kamerlingh-Onnes* gemessenen Abfalls des Widerstandes nach tiefen Temperaturen gibt die klassische Theorie nicht richtig wieder. Die Einführung der Quantenhypothese hat auch hier Abhilfe geschaffen. Insbesondere sind *Lindemann* und *Wien* in der Weise vorgegangen, daß sie die Wirkungssphäre der schwingenden Atome, die ja für die Zahl der Zusammenstöße zwischen Elektronen und Atomen maßgebend ist, in Zusammenhang brachten mit der Schwingungsamplitude der Atome und für letztere den quantentheoretischen Wert benutzten. Jedoch ist auch hier noch nicht das letzte Wort gesprochen.

V. Das Eindringen der Quanten in die Gastheorie.

Während so die Molekulartheorie des festen Zustandes sich auf der Quantengrundlage aufbaute, konnte auch die kinetische Gastheorie nicht lange vor dem Eindringen der neuen Vorstellungen bewahrt bleiben. Schon früh hatte *Nernst* darauf hingewiesen, daß bei der Rotation

zwei- und mehratomiger Gasmoleküle Quanteneffekte zu erwarten seien, ebenso bei den Schwingungen der Atome in Molekülen. Nehmen wir als Beispiel den zweiatomigen Wasserstoff, dessen Molekül wir uns als starre Hantel denken ($\text{H} \text{---} \text{H}$), so besitzt bekanntlich dies Molekül außer seiner fortschreitenden Bewegung (3 Freiheitsgrade) noch die Möglichkeit, um eine zur Verbindungslinie der Atome senkrechte Achse zu rotieren (2 Freiheitsgrade¹⁾). Nach der klassischen Statistik wäre also seine mittlere Rotationsenergie $2 \cdot \frac{kT}{2} = kT$, also pro Grammmolekül $kTN = RT$, der von der Rotation herrührende Anteil der Molekularwärme also $= R = 1,98 \text{ cal.}$, unabhängig von der Temperatur.

In krassem Gegensatz dazu fand *Eucken* experimentell, daß der Rotationsanteil der Molekularwärme des Wasserstoffs nur bei hohen Temperaturen den Wert R besitzt, den die klassische Theorie fordert. Beim Übergang nach tiefen Temperaturen nimmt er dagegen ab, um beim Nullpunkt ganz zu verschwinden, so daß in unmittelbarer Nachbarschaft des absoluten Nullpunkts der Wasserstoff sich wie ein einatomiges Gas verhält. Dieser Abfall des Rotationsanteils der Molekularwärme ist ein Quanteneffekt, ähnlich wie der Abfall der Atomwärme fester Körper. *Einstein* und *Stern* haben ihn zuerst folgendermaßen berechnet: Sind J und ν Trägheitsmoment und Umlaufszahl (pro Sekunde) des Moleküls, so ist seine Rotationsenergie bekanntlich:

$$E_r = \frac{1}{2} J (2\pi\nu)^2 \dots \dots \dots (13)$$

Macht man jetzt die vereinfachende Annahme, daß alle Moleküle mit derselben mittleren Umlaufzahl $\bar{\nu}$ rotieren, so kann man für die entsprechende mittlere Energie \bar{E}_r den quantentheoretischen Wert:

$$\bar{E}_r = \frac{J}{2} (2\pi\bar{\nu})^2 = \frac{h\bar{\nu}}{e k T - 1},$$

$$\text{oder} = \frac{h\bar{\nu}}{e k T - 1} + \frac{h\bar{\nu}}{2} \text{ (nach Planck 2. Theorie)} \dots (14)$$

setzen. Aus (14) folgt $\bar{\nu}$ als Funktion von T , durch Einsetzen daher \bar{E}_r als Funktion von T , und durch Differenzieren nach T und Multiplizieren mit N schließlich der gesuchte Rotationsanteil der Molekularwärmen. Dabei zeigte sich, daß nur mit dem aus der zweiten Planckschen Theorie folgenden Ausdruck für \bar{E}_r ein befriedigender Anschluß an *Euckens* Messungen zu ge-

winnen war, was *Einstein* und *Stern* damals als ein Argument für die Nullpunktsenergie erklärten. Indessen kann diese Theorie nur als orientierender Versuch angesehen werden, der strengeren Anforderungen nicht genügt. Denn die benutzte Plancksche Energieformel gilt nur für Gebilde, deren Schwingungszahl eine konstante, von der Temperatur unabhängige Größe ist; hier dagegen wurde mit einer mittleren, temperaturabhängigen Umlaufszahl $\bar{\nu}$ gearbeitet.

Auf strengerer Grundlage rechnete *Ehrenfest*; dabei mußte er sich allerdings auf Gebilde von einem Freiheitsgrad, d. h. auf Rotation des Moleküls um eine feste Achse, beschränken, da damals eine Erweiterung der Quantenhypothese für mehrere Freiheitsgrade noch nicht vorlag. Er ging direkt von der ersten Formulierung der Quantenhypothese aus, nach der die Energie der linearen Oszillatoren nur ganze Vielfache von $h\nu$ betragen darf, und forderte entsprechend, daß die Rotationsenergie nur ganze Vielfache von $\frac{h\nu}{2}$ beträgt¹⁾, also

$$E_r = \frac{J}{2} (2\pi\nu)^2 = n \frac{h\nu}{2} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \dots (15)$$

daher:

$$\nu_n = \frac{n h}{4\pi^2 J} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \dots (16)$$

Danach können also die Moleküle nur mit einer Reihe diskreter Umlaufszahlen rotieren und entsprechend auch nur eine Reihe diskreter Rotationsenergien annehmen, ganz im Sinne der ersten Planckschen Quantentheorie. Die weitere Durchrechnung ergab indessen für den Rotationsanteil der Molekularwärme eine Kurve, die zwar bei tiefen Temperaturen durch geeignete Wahl der verfügbaren Konstanten J mit den Messungen gut in Einklang zu bringen war, bei höheren Temperaturen jedoch, vor Erreichen des Wertes R , ein Maximum und ein darauffolgendes Minimum aufwies, die den vorliegenden Beobachtungen nicht entsprachen.

Ebenfalls auf Grund der ersten Planckschen Theorie, d. h. der Vorstellung, daß die quantenmäßig ausgezeichneten Umlaufszahlen ν_n die ein-

¹⁾ Der Faktor $\frac{1}{2}$ rührt daher, daß hier nur kinetische Energie, nicht auch potentielle vorhanden ist.

²⁾ Es sei hier noch eine Folgerung von (15) und (16) erwähnt, die bei dem weiteren Ausbau der Quantentheorie eine bedeutsame Rolle gespielt hat. Es ist bekanntlich das Drehmoment (auch Drehimpuls oder Impulsmoment genannt) des Moleküls: $p = J \cdot 2\pi\nu$; also existieren nach (16) nur die quantenmäßig ausgezeichneten Werte des Impulsmoments

$$p_n = \frac{n h}{2\pi} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \dots (17)$$

Diese Gleichung läßt sich auch direkt aus der Formulierung (12) ableiten. Wählt man nämlich als Koordinate den Drehungswinkel φ , so ist der dazu gehörige Impuls p nichts anderes als der Drehimpuls. Daraus folgt, da p von φ unabhängig ist:

$$\int_0^{2\pi} p d\varphi = 2\pi p = n h : \dots \dots (17a)$$

¹⁾ Die Rotation um die Verbindungslinie der Atome selbst kommt für den bei den Zusammenstößen eintretenden Energieaustausch, und daher für die Verteilung der Energie auf die Freiheitsgrade, nicht in Frage, da diese Rotation durch die Zusammenstöße nicht geändert wird.

zig möglichen sind, hat in jüngster Zeit *Epstein* im Anschluß an die moderne Weiterentwicklung der Quantentheorie die Rechnung für Gebilde von 2 Freiheitsgraden (freie Achsen) durchgeführt. Dabei bediente er sich eines von *Bohr* und *Debye* vorgeschlagenen Molekülmodells des Wasserstoffs, das sich in der neueren Atomtheorie gut bewährt hat, und das den Vorteil besitzt, in allen seinen Dimensionen genau festgelegt zu sein, so daß die freie Verfügbarkeit des Trägheitsmomentes J hier in Fortfall kommt. Jedoch hat auch diese exakt durchgeführte Theorie bei tiefen Temperaturen keine Übereinstimmung mit den Beobachtungen erzielt.

Weit befriedigendere Resultate ergaben die Untersuchungen von *Holm* (feste Achsen) und *Planck* (freie Achsen), die sich beide auf den Boden der zweiten Planckschen Theorie stellten. Danach sind also die diskreten Werte (16) der Umlaufszahlen nicht die einzig möglichen; vielmehr kann das Molekül mit allen Umlaufszahlen zwischen 0 und ∞ rotieren¹⁾. Auch hier kann man jedoch, wie bei so vielen Problemen der Quantentheorie, sagen, daß die endgültige Lösung noch aussteht.

In sehr interessanter Weise hat *Bjerrum* die Gleichung (16) auf die ultrarote Absorption mehratomiger Gase angewandt. Diese Gase zeigen — besonders nach den Untersuchungen von *Langley*, *Paschen*, *Rubens* und Mitarbeitern, *Burmeister*, *E. von Bahr* — im kurz- und langwelligen Ultrarot ausgedehnte Absorptionsgebiete. Während man die Absorption im langwelligen Ultrarot durch die Rotation der Moleküle erklärt, die, als elektrische Doppelpole wirkend, bei ihrer Rotation Strahlung emittieren und absorbieren, wies zuerst *Bjerrum* darauf hin, daß auch im kurzwelligen Ultrarot sich die Rotation der Moleküle bemerkbar machen müsse. Existiert nämlich in diesem Gebiet eine Schwingung der Ionen im Molekül gegeneinander — etwa mit der Schwingungszahl ν_0 — (und daher eine Absorption an dieser Stelle), und rotiert außerdem das Molekül mit der Umlaufzahl ν_r , so resultieren durch Zusammensetzung 3 Schwingungen: die ursprüngliche ν_0 und ferner symmetrisch dazu auf beiden Seiten $\nu_0 + \nu_r$ und $\nu_0 - \nu_r$. Die Rotation erzeugt also durch Zusammensetzung mit der Schwingung zwei neue Absorptionsstellen. Wenn nun im Sinne der ersten Planckschen Theorie das Molekül nur mit den diskreten Umlaufzahlen ν_n [siehe (16)] rotieren kann, so ergeben sich symmetrisch zur ursprünglichen Absorptionsstelle $\nu = \nu_0$ auf beiden Seiten eine diskrete Reihe weiterer äquidistanter Absorptionsstellen $\nu = \nu_0 + \nu_n$ und

¹⁾ Die Besonderheit der quantenmäßig ausgezeichneten Umlaufzahlen besteht hier in folgendem: Denkt man sich das Kontinuum der Umlaufzahlen von $\nu = 0$ bis $\nu = \infty$ als Abszissen aufgetragen, und als Ordinaten die zu jeder Umlaufzahl gehörende Wahrscheinlichkeit, so resultiert eine Treppenkurve, deren Stufen gerade an den Werten ν_n liegen. Bei diesen Werten springt also die Wahrscheinlichkeit.

$\nu = \nu_0 - \nu_n$. Diese diskrete Reihe von Absorptionsstellen ist nun in der Tat durch *E. v. Bahr* beim Wasserdampf und Chlorwasserstoff gefunden und später von *Rubens* und *Hettner* beim Wasserdampf noch eingehender durchgemessen worden. *Eucken*, der die Resultate *E. v. Bahrs* ausführlich diskutierte, schloß daraus auf die Ungültigkeit der zweiten Planckschen Theorie, da die Versuche so handgreiflich dafür zu sprechen schienen, daß das Molekül wirklich nur mit den Umlaufzahlen ν_n rotieren könne. Indessen hat *Planck* in einer jüngst veröffentlichten gründlichen Untersuchung gezeigt, daß man auch vom Standpunkt seiner zweiten Theorie (stetige Absorption, alle Umlaufzahlen möglich) die Beobachtungen deuten kann. Die Entscheidung zwischen der ersten und zweiten Planckschen Theorie — eine Aufgabe von bedeutender Wichtigkeit — läßt sich daher nach diesen Versuchen nicht erbringen.

Durch die besprochenen Erscheinungen bei mehratomigen Gasen (Abfall der Molekulärwärmen, ultrarote Absorption) ist die Berechtigung zur Anwendung der Quantentheorie auf Rotationsbewegungen sichergestellt. Viel hypothetischeren Charakter dagegen tragen bis jetzt die Versuche, noch einen Schritt weiter zu gehen und auch die Translationsenergie zu „quanteln“. Von verschiedenen Seiten (*Sackur*, *Tetrode*, *Keesom*, *Lenz-Sommerfeld*, *Scherrer*, *Planck*) ist dieses Problem in Angriff genommen worden. *Z. B.* haben *Lenz-Sommerfeld*, analog wie *Born-Kármán* und *Debye* beim festen Körper, die thermische Bewegung des Gases in ein Spektrum von Eigenschwingungen zerlegt und die mittlere Energie gemäß der Formel (5) auf die Eigenschwingungen verteilt, während *Scherrer* und *Planck* sich direkt an die neuere Formulierung der Quantenhypothese für viele Freiheitsgrade anschlossen haben¹⁾. Das qualitativ übereinstimmende Hauptresultat der Berechnungen besteht im wesentlichen aus 2 Teilen: erstens ergibt sich eine Modifikation der klassischen Gasgesetze bei tiefen Temperaturen („Entartung der Gase“), für die in der Tat Versuche von *Sackur* an Wasserstoff und Helium sprechen. Zweitens offenbart sich eine bemerkenswerte Beziehung zwischen der Planckschen Konstanten h und der sogenannten „chemischen Konstanten“, einer Größe, die bei Aggregatzustandsänderungen eine

¹⁾ Man übersieht die Quantelung der Translation vielleicht am besten an folgendem Beispiel: Ein Gasmolekül fliege mit der Geschwindigkeit v in einem würfelförmigen Raum von der Kantenlänge a senkrecht zwischen zwei Wänden hin und her; dann vollführt es eine Art Schwingung mit der Schwingungszahl $\nu = \frac{v}{2a}$. Setzt man jetzt — analog (15) — seine kinetische Energie $E = n \frac{h\nu}{2}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), so folgt:

$$E = \frac{m}{2} v^2 = n \frac{h}{2} \cdot \frac{v}{2a}, \quad \text{also} \quad v = \frac{n h}{2 a m}.$$

Die Translationsgeschwindigkeit des Moleküls kann also nur diskrete Werte annehmen.

Rolle spielt. In diesem noch etwas unsicheren Gebiet müssen weitere Experimentaluntersuchungen abgewartet werden.

XL. Die Quantentheorie der optischen Serien. Der Ausbau der Quantenhypothese für mehrere Freiheitsgrade.

Den größten Fortschritt nach Laues Entdeckung der kristallographischen Röntgenspektroskopie hat die Atomtheorie im Jahre 1913 gemacht, als der dänische Physiker Niels Bohr die Atommodelle in den Dienst der Quantentheorie stellte. Bohrs Arbeiten haben rückwirkend wieder die Quantentheorie befruchtet, und so ist aus der Wechselwirkung zwischen Atomdynamik und Quantenhypothese in den letzten Jahren eine reiche Fülle bedeutsamer Erfolge erwachsen.

Unter den brauchbaren Atommodellen nahm längere Zeit eine bevorzugte Stellung das Thomsonsche Atommodell ein, nach dem der elektrisch positive Teil des Atoms eine Kugel von Atomdimensionen (Radius ungefähr $= 10^{-8}$ cm) erfüllt, in deren Innerem die negativen Teile, die Elektronen, in stabilen Gleichgewichtslagen ruhen. Dieses Modell hatte den großen Vorzug, eine rein elektrische Erklärung für die „quasielastische Bindung“¹⁾ von Elektronen zu liefern. Und gerade auf Grund solcher quasielastisch gebundener Elektronen war es Drude, Voigt, Planck und H. A. Lorentz gelungen, die Erscheinungen der Dispersion, Absorption und der magneto-optischen Effekte (Magnetorotation und Zeemaneffekt) in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung vorher zu berechnen. Auch war das Thomsonsche Modell imstande — wie man es von jedem Atommodell verlangen muß —, durch Schwingungen seiner Elektronen scharfe Spektrallinien zu emittieren, deren Lage (ebenfalls infolge der quasielastischen Bindung) von der Intensität der Erregung, d. h. von der Energie der Elektronenschwingungen, unabhängig war. In drei wichtigen Punkten dagegen versagte das Modell vollständig. Erstens war es nicht möglich, auf seiner Basis die optischen Serienformeln abzuleiten; zweitens lieferte es nicht den beobachteten Starkeffekt, d. h. die Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Felde²⁾, und drittens war es nicht imstande, die großen (90° und darüber betragenden) Ablenkungen zu erklären, welche α -Strahlteilchen beim Durchgang durch dünne Metallfolien erleiden, wobei sie also in unmittelbarer Nähe der Metallatome vorüberfliegen und dabei durch das elektrische Feld der Atome von ihrem Weg abgelenkt werden. Dieser dritte Grund veranlaßte Rutherford, dem Thomsonschen Modell ein anderes gegenüberzustellen,

das die großen Ablenkungen der α -Strahlen zu erklären vermochte. Nach diesem Rutherfordschen Atombild ist der positiv elektrische Teil des Atoms auf einen äußerst kleinen Raum¹⁾, den sogenannten Kern, zusammengedrängt. Seine Ladung E besteht aus z Elementarladungen e , wo z die Ordnungszahl des Elements ist, d. h. diejenige Zahl, die die Stelle des Elements im periodischen System angibt²⁾. Um diesen Kern beschreiben die Elektronen Planetenbahnen (Kreise oder Kepler-Ellipsen), da sie nach dem Coulombschen Gesetz (umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung) angezogen werden. Im elektrisch-neutralen Atom mit der Ordnungszahl z umkreisen z Elektronen den Kern. So besteht z. B. das neutrale Wasserstoffatom aus einem einfach geladenen Kern, der von einem Elektron umkreist wird. Dieses Rutherfordsche Modell bereitet einem nun allerdings bei näherem Zusehen eine Enttäuschung: Es hängt nämlich bei ihm die Umlaufzahl v der Elektronen von der Energie ab; nimmt man daher nach der klassischen Elektronentheorie an, daß ein mit der Umlaufzahl v kreisendes Elektron eine Welle von der Schwingungszahl v aussendet, so muß, da bei der Ausstrahlung das System Energie verliert, v sich ändern, d. h. das Atom vermag keine homogene Spektrallinie zu emittieren. So scheint es, als müsse man dieses Modell von vornherein ablehnen. Aber die Geschichte hat anders entschieden. Mit intuitivem Griff hat sich Bohr des Modells bemächtigt und es durch drei kühne Hypothesen der Quantentheorie untergeordnet. An erster Stelle fordert er, daß das Elektron nicht auf allen, nach der Mechanik möglichen Bahnen³⁾ den Kern umkreisen kann, sondern nur auf gewissen diskreten, quantenmäßig festgesetzten. Und zwar sind nur Bahnen möglich, für die das Impulsmoment [siehe (17) und 17a)] ein ganzes Vielfaches von $\frac{h}{2\pi}$ ist, genau wie beim rotierenden Molekül. Zweitens: Diese erlaubten Bahnen (auch „statische“ Bahnen genannt) sind stabil, und zwar dadurch, daß das Elektron — im Gegensatz zu den Lehren der klassischen Elektronentheorie — nicht strahlt, wenn es in ihnen läuft⁴⁾. Drittens: Springt das Elektron aus einer erlaubten Bahn mit höherer Energie W_1 in eine andere erlaubte Bahn mit niedrigerer Energie W_2 , so emittiert es dabei eine homogene Strahlung von der Schwingungszahl:

$$v = \frac{W_1 - W_2}{h} \quad (\text{Bohrscher Frequenzansatz}) \quad . \quad (18)$$

¹⁾ Unter gewissen spekulativen Annahmen kann man seine Dimensionen zu etwa 10^{-16} cm berechnen.

²⁾ Es ist also $z = 1$ für Wasserstoff, $z = 2$ für Helium, $z = 3$ für Lithium usw.

³⁾ Bohr hat sich im wesentlichen auf Kreisbahnen beschränkt.

⁴⁾ Daß solche strahlungslosen Bahnen im Atom wahrscheinlich vorkommen, dafür spricht die Konstanz der magnetischen Momente para- und ferromagnetischer Körper, die nach Einstein und de Haas durch kreisende Elektronen erzeugt werden.

¹⁾ Quasielastisch gebunden heißt das Elektron dann, wenn es, aus seiner Ruhelage verschoben, mit einer Kraft, die der Verschiebung proportional ist, in die Ruhelage zurückgezogen wird.

²⁾ Das elektrische Feld verändert die Schwingungszahl des quasielastisch gebundenen Elektrons überhaupt nicht, sondern verschiebt nur seine Ruhelage.

d. h. die Energiedifferenz zwischen Anfangs- und Endbahn ist gleich einem Energiequantum der emittierten Strahlung. Daß besonders diese letztere Hypothese unserem physikalischen Denken große Schwierigkeiten bereitet und wohl nur als provisorische Formulierung der Energiebilanz anzusehen ist, ist ohne weiteres klar.

Die Anwendung dieser drei Hypothesen¹⁾ auf das Wasserstoffatom liefert für die Schwingungszahlen, die das Elektron beim Sprung von der n^{ten} nach der s^{ten} erlaubten Bahn emittiert, die Werte:

$$\nu = \frac{2\pi^2 e^4 m}{h^3} \left(\frac{1}{s^2} - \frac{1}{n^2} \right) \left\{ \begin{array}{l} e, m \text{ Ladung und Masse} \\ \text{des Elektrons,} \\ s, n \text{ ganze Zahlen.} \end{array} \right. \quad (19)$$

Setzt man hier $s = 2, n = 3, 4, \dots$, so erhält man formal genau die empirische Darstellung der Balmerischen Serie des Wasserstoffs:

$$\nu = N \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (n = 3, 4, 5, \dots) \quad (20)$$

Dabei hat die in der empirischen Formel auftretende Konstante N (die sogenannte Rydbergsche Zahl) den Wert $3,29 \cdot 10^{15}$. Berechnet man andererseits den Wert der in der theoretischen Formel (19) auftretenden Konstanten unter Benutzung von $e = 4,774 \cdot 10^{-10}$; $m = 0,902 \cdot 10^{-27}$; $h = 6,57 \cdot 10^{-27}$ so findet man den Wert $3,26 \cdot 10^{15}$, in schlagender Übereinstimmung mit dem empirischen Wert. Diese quantitative Zurückführung der Rydberg-

¹⁾ Die ganz elementare Rechnung verläuft so: Es umlaufe ein Elektron von der Ladung e und der Masse m den Kern von der Ladung $E = z \cdot e$ in einem Kreise vom Radius a mit der Winkelgeschwindigkeit ω ; v sei seine Geschwindigkeit. Dann ist die Gleichgewichtsbedingung zwischen der Anziehung des Kerns und der Zentrifugalkraft:

$$\frac{eE}{a^2} = m a \omega^2 \quad \text{oder} \quad m a^3 \omega^2 = eE.$$

Ferner nach der zweiten Bohrschen Hypothese:

$$m a^2 \omega = n \frac{h}{2\pi}$$

Aus diesen beiden Gleichungen für a und ω folgen zum Beispiel die diskreten Radien der erlaubten Bahnen:

$$a_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 e E m} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Die Energie (kinetische + potentielle) ist:

$$W = \frac{1}{2} m v^2 + \left(-\frac{eE}{a} \right) = \frac{1}{2} m a^2 \omega^2 - \frac{eE}{a} = -\frac{eE}{2a},$$

also die diskreten Energiewerte:

$$W_n = -\frac{2\pi^2 e^2 E^2 m}{h^2 n^2}$$

Springt nun das Elektron von der n -ten nach der s -ten Bahn ($n > s$), so wird nach dem Bohrschen Frequenzansatz dabei eine Linie emittiert, von der Schwingungszahl:

$$\nu = \frac{W_n - W_s}{h} = \frac{2\pi^2 e^4 m z^2}{h^3} \left(\frac{1}{s^2} - \frac{1}{n^2} \right) \\ = N z^2 \left(\frac{1}{s^2} - \frac{1}{n^2} \right).$$

Es sei hier noch bemerkt, daß sich in dem symmetrischen Aufbau von ν als Differenz zweier gleichgebauter Terme $\frac{N z^2}{s^2}$ und $\frac{N z^2}{n^2}$ mit laufenden Zahlen s und n das Ritzsche „Kombinationsprinzip“ widerspiegelt.

schon Zahl auf universelle Konstanten (e, m, h) bildet die Hauptleistung der Bohrschen Theorie. Die Balmerische Serie wird demnach nach Bohr emittiert, wenn das Elektron vom 3ten, 4ten, ... Kreis in den 2ten springt. Die Formel (19) umfaßt aber noch weitere Serien des Wasserstoffs. Setzt man $s = 1, n = 2, 3, 4, \dots$, so erhält man die von Lyman gefundene und gemessene ultraviolette Serie; setzt man $s = 3, n = 4, 5, 6, \dots$, so erhält man die ultrarote Bergmannserie, deren zwei erste Linien von Paschen beobachtet sind.

Das im periodischen System auf Wasserstoff folgende Element ist Helium (Ordnungszahl $z = 2$). Während die Konstitution des neutralen Heliumatoms noch nicht hinreichend geklärt ist, scheint es sicher zu sein, daß das positiv geladene Heliumatom aus einem zweifach geladenen Kern ($E = 2e$) besteht, der von einem Elektron umkreist wird. Danach lassen sich die vom positiven Helium emittierten Serien zusammenfassen in der Formel:

$$\nu = 4 N \left(\frac{1}{s^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

wo N wieder die Rydbergsche Zahl bedeutet¹⁾. Setzt man hier $s = 3, n = 4, 5, 6, \dots$, so erhält man die „sogenannte Hauptserie des Wasserstoffs“²⁾, die von Fowler beobachtet und in jüngster Zeit von Paschen eingehend durchgemessen wurde. Für $s = 4, n = 5, 6, 7, \dots$ erhält man die „sogenannte zweite Nebenserie des Wasserstoffs“²⁾ die von Pickering und Evans beobachtet wurde.

Auch für die höheren Elemente hat Bohr versucht, im Anschluß an das periodische System geeignete Atombilder aufzustellen, in denen sich z. B. die bekannte Achterperiode des Systems in einer nach je 8 Elementen regelmäßig wiederkehrenden Anordnung der äußeren Elektronen widerspiegelt, während die Zahl der im äußersten Ring kreisenden Elektronen gleich der Valenz des betreffenden Elements gesetzt ist. Jedoch tragen diese Betrachtungen einstweilen einen mehr spekulativen und noch recht unsicheren Charakter.

Während so die Quantenhypothese schon in ihrer ziemlich primitiven Form, durch Eingreifen in die Atomdynamik, von neuem ihre innere Kraft erwiesen hatte, hatte sie doch dabei für ihren eigenen Ausbau nur geringen Nutzen davongetragen. Aber die Früchte der Bohrschen Theorie reiften schneller als man ahnen konnte. Schon das Jahr 1915 brachte eine entscheidende Wendung durch zwei Arbeiten von Planck und Sommerfeld, die für ein schon lange brennendes Problem Lösungen aufstellten: nämlich für die

¹⁾ Der Faktor 4 rührt daher, daß hier $E = 2e$ ist, und daher der Energieausdruck W 4-mal so groß ist wie beim Wasserstoff. Berücksichtigt man übrigens die Bewegung des Kerns, so nimmt, in Übereinstimmung mit der Erfahrung, die Rydbergsche Zahl für Helium einen etwas anderen Wert an als für Wasserstoff.

²⁾ Man schrieb sie vor Bohr dem Wasserstoff zu.

Erweiterung der Quantenhypothese auf Systeme von mehreren Freiheitsgraden. Sommerfeld ging dabei in engem Anschluß an die Bohrsche Theorie vor. Die erste Hauptforderung dieser Theorie betraf die Auswahl der erlaubten Bahnen. Für sie mußte, wie wir sahen, das Impulsmoment

p gleich einem ganzen Vielfachen von $\frac{h}{2\pi}$ sein.

Nach (17a) und (12) läßt sich das auch so aussprechen: Das Integral $\int p dq$ (wo für die allge-

meine Koordinate q der Drehungswinkel φ gesetzt ist) ist gleich einem ganzen Vielfachen von h , das heißt:

$$\int p dq = n h \quad (21)$$

Das linksstehende Integral nennt man, infolge seines Zusammenhanges mit der Phasenebene q, p -Ebene) das *Phasenintegral*: die Gleichung (21) heißt die *Quantenbedingung*. Im Falle der Bohrschen Theorie, die nur Kreisbahnen betrachtet, existiert natürlich nur eine solche Quantenbedingung (für $q = \varphi$), da ja der Drehungswinkel φ die einzige Variable der Bahn darstellt. Anders dagegen liegt es, wenn man die Beschränkung auf Kreisbahnen fallen läßt, und auch Keplerellipsen in den Kreis der Betrachtung zieht. Dann ist jeder Punkt einer Bahn durch 2 Variable bestimmt, nämlich durch die Entfernung r des Elektrons vom Kern (der sich im Brennpunkt der Ellipse befindet) und durch den Winkel φ , den r mit einer festen Richtung bildet (etwa mit der Geraden, die den Kern mit dem Perihel verbindet). In diesem Falle hat man ein Problem von zwei Freiheitsgraden vor sich, mit zwei allgemeinen Koordinaten r und φ (Polarkoordinaten). Die einfache Erweiterung der Quantenhypothese durch Sommerfeld besteht nun darin, daß man in diesem Fall zwei Quantenbedingungen von der Form (21) aufstellt, eine für die Koordinate φ — die mit der einzigen in der Bohrschen Theorie übereinstimmt — und eine neue für die Koordinate r , so daß man also die zwei Gleichungen erhält:

$$\int_0^{2\pi} p_\varphi d\varphi = n h; \quad \int p_r dr = n' h \quad \left\{ \begin{array}{l} n \text{ und } n' \\ \text{ganze} \\ \text{Zahlen} \end{array} \right. \quad (22)$$

p_φ und p_r sind dabei die Impulse, die zu den Koordinaten φ und r gehören¹⁾, die Integration in dem zweiten Phasenintegral ist über den vollständigen Wertbereich von r zu erstrecken, d. h. vom kleinsten Wert von r (Perihel) bis zum größten (Aphel) und zum kleinsten zurück.

¹⁾ Der Impuls p , der zu einer allgemeinen Koordinate q gehört, bestimmt sich bekanntlich in folgender Weise: Man bilde die Lagrangesche Funktion L des Problems, die z. B. im Hamiltonschen Prinzip oder in den Bewegungsgleichungen auftritt und stelle sie dar als Funktion der q und der $\dot{q} = \frac{dq}{dt}$, dann ist $p = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}}$.

In ganz entsprechender Weise läßt sich natürlich auch für mehr als zwei Freiheitsgrade die Erweiterung vornehmen. Hat das System f Freiheitsgrade, ist es also durch f allgemeine Koordinaten q_1, q_2, \dots, q_f und die entsprechenden Impulse p_1, p_2, \dots, p_f charakterisiert, so sind die erlaubten Bewegungen des Systems durch die f Quantenbedingungen eingeschränkt¹⁾:

$$\int p_1 dq_1 = n_1 h; \quad \int p_2 dq_2 = n_2 h; \quad \dots \quad \int p_f dq_f = n_f h \quad (23)$$

Eine Schwierigkeit, die hier von vornherein auftauchte, war die Beantwortung der Frage, welche Koordinaten man denn bei dem Quantenansatz (23) wählen solle, oder ob die Wahl gar gleichgültig sei. Im allgemeinen nämlich kann man ja ein System von mehreren Freiheitsgraden durch verschiedene Arten von Koordinaten charakterisieren²⁾. Epstein und Schwarzschild haben dies Problem gelöst, wobei sich eine interessante Beziehung der Quantenhypothese zu einem von Jacobi und Hamilton aufgestellten Theorem der klassischen Dynamik offenbarte. Schließlich hat in jüngster Zeit Einstein durch Modifikation der Formulierung (23) einen Ansatz gegeben, der den Vorzug besitzt, von der Wahl der Koordinaten unabhängig zu sein. Indessen würde ein näheres Eingehen auf diese abstrakten Untersuchungen hier zu weit führen.

Die zweite Formulierung der Quantenhypothese, die sich in mancher Hinsicht von der Sommerfeldschen unterscheidet, rührt, wie erwähnt, von Planck her. Sie ist in ihrer ganzen Anlage gleichsam vorsichtiger gehalten, als der radikale Ansatz von Sommerfeld. Planck geht dabei, in direktem Anschluß an die oben besprochene Einteilung der Phasenebene des linearen Oszillators, bei komplizierteren Systemen vom *Gibbschen Phasenraum* aus³⁾ und verleiht ihm, ganz analog wie der Phasenebene, durch gewisse ausgezeichnete Grenzflächen eine *zellenartige Struktur*. Dabei ist die Größe der Zellen bei einem System von f Freiheitsgraden proportional h^f . Die Schnittpunkte jener Grenzflächen stellen dann die quantenmäßig ausgezeichneten Zustände des Systems dar (also nach der ersten Planckschen Theorie die einzig möglichen, erlaubten Zustände). Im Gegensatz zu der Sommerfeldschen Theorie, in der die Bewegung eines Systems von f Freiheitsgraden stets durch f Quantenbedingungen bestimmt ist, kann bei

¹⁾ Die Integrale sind dabei über den vollständigen möglichen Wertbereich der betreffenden Koordinate zu erstrecken.

²⁾ So kann man z. B. die Keplerbewegung des Elektrons entweder durch Polarkoordinaten r und φ oder durch kartesische Koordinaten x und y beschreiben.

³⁾ d. h., von demjenigen $2f$ -dimensionalen Raum, dessen Koordinaten die Größen $q_1, \dots, q_f, p_1, \dots, p_f$ sind. Jeder Punkt dieses $2f$ -dimensionalen Raumes stellt also einen bestimmten Zustand des Systems dar.

Planck unter Umständen der Fall eintreten, daß weniger Quantenbedingungen als Freiheitsgrade existieren, so daß also mehrere (kohärente) Freiheitsgrade durch eine einzige Quantenbedingung eingeschränkt sind.

Daß diese Theorien den Kern der Sache getroffen hatten, sollte sich bald bei ihrer Anwendung auf das Bohrsche Modell besonders deutlich erweisen. Danach mußten unter allen möglichen Bahnen, die das Elektron im neutralen Wasserstoffatom bzw. im positiven Heliumatom um den ein- bzw. zweifach geladenen Kern beschreiben kann, die quantenmäßig erlaubten durch die Bedingungen (22) ausgewählt werden. Das ergibt, an Stelle der diskreten gequantelten Kreise bei Bohr, hier *diskrete gequantelte Ellipsen*, unter denen auch die Bohrschen Kreise als Spezialfall enthalten sind. Und zwar sind die Ellipsen sowohl hinsichtlich ihrer Größe (d. h. ihrer großen Achse) als ihrer Form (Achsenverhältnis) quantenmäßig fetgelegt¹⁾, so daß also hier jede Bahn, im Gegensatz zu Bohr, durch zwei Quantenzahlen n und n' charakterisiert ist. An Stelle der Formel (19) für die Wasserstoffserien folgt hier²⁾:

$$\nu = N \left[\frac{1}{(s+s')^2} - \frac{1}{(n+n')^2} \right] \dots 24$$

Dabei ist N wieder die Rydbergsche Zahl; die beiden Quantenzahlen s und s' charakterisieren die Endbahn des Elektrons, n und n' die Anfangsbahn. Da also hiernach die Zahl der erlaubten Bahnen gegen Bohr stark vermehrt ist, so sind damit auch die Übergangsmöglichkeiten für das Elektron, d. h. die Erzeugungsmöglichkeiten für die Spektrallinien, vervielfältigt. Man erkennt aber leicht folgende Tatsache: Wählt man als Endbahn des Elektrons irgendeine derjenigen Bahnen, für die die Summe der charakteristischen Quantenzahlen $s+s'$ einen bestimmten Wert hat, etwa $s+s'=2$, und als Anfangsbahn irgendeine derjenigen Bahnen, für die $n+n'$ einen bestimmten höheren Wert hat, etwa $n+n'=3$, so liefern alle diese verschiedenen Erzeugungsmöglichkeiten dieselbe Linie (für die gewählten Zahlen die erste Balmerlinie), weil ja nach (24) die Schwingungszahl ν der emittierten Linie nur von $s+s'$ und von $n+n'$ abhängt, dagegen nicht von den Einzelwerten s, s', n, n' . So will es scheinen, als ob durch diese Komplizierung der Theorie gegenüber Bohr physikalisch nichts gewonnen sei. Indessen steckt, wie Bohr bereits bemerkte, in den Rechnungen eine Vernachlässigung, deren Berücksichtigung von fundamentaler Bedeutung werden sollte und die Hauptleistung der Sommerfeldschen Spektrallinientheorie darstellt. Es sind nämlich die Ge-

schwindigkeiten der Elektronen, die bei diesen Problemen auftreten, *nicht mehr als klein gegen die Lichtgeschwindigkeit anzusehen*. In diesem Falle aber darf man bekanntlich nicht mehr nach der klassischen Mechanik rechnen, wo die Masse der Elektronen eine konstante Größe ist, sondern muß sich auf den Boden der Relativitätstheorie stellen, und daher die Abhängigkeit der Elektronenmasse von der Geschwindigkeit des Elektrons berücksichtigen. Wenn man die Rechnung in diesem Sinne durchführt, so modifiziert sich die Serienformel (24) in der Weise, daß nur in erster Näherung, d. h. bei Vernachlässigung der Relativitätskorrektur, die Schwingungszahl allein von $s+s'$ und $n+n'$ abhängt; bei Berücksichtigung der Relativitätskorrektur aber wird ν auch von den Einzelwerten s, s', n, n' abhängig. Daraus folgt, daß die obengenannten verschiedenen Erzeugungsmöglichkeiten hier nicht mehr dieselbe Linie liefern, sondern etwas verschiedene Linien, die allerdings, wegen der Kleinheit der Relativitätseffekte, nahe beieinander liegen. Dies ist die Sommerfeldsche Erklärung für die Feinstruktur der Spektrallinien. So muß z. B. die erste Linie der Balmerserie (die rote Wasserstofflinie H_α) nach Sommerfeld aus 5 Komponenten bestehen, die in 2 Hauptgruppen (zu 3 und 2) angeordnet sind. Der mittlere Abstand dieser beiden Gruppen voneinander beträgt nach der Theorie³⁾ etwa 0,126 ÅE, während die Messungen des Wasserstoffdubletts den Wert 0,123 ÅE liefern (Brotherus, Paschen, Meißner). Spricht schon diese Übereinstimmung stark für die Sommerfeldsche Theorie, so hat die exakte Feinstrukturmessung der Heliumlinien durch Paschen einen noch schlagenderen Beweis für ihre Richtigkeit geliefert: *Fast lückenlos sind alle von der Theorie geforderten Linienkomponenten auf der photographischen Platte erschienen und haben dadurch die Existenz der erlaubten Bahnen handgreiflich dargetan*.

Zwei interessante Folgerungen seien hier noch erwähnt, die sich auf Sommerfelds Untersuchungen gründen. Erstens ist es durch sie möglich geworden, die Feinstrukturmessungen direkt zur Bestimmung der Fundamentalgrößen e, m, h zu benutzen; zweitens konnte Glitscher zeigen, daß man die spektroskopischen Beobachtungen nur dann mit der Theorie in Einklang bringen kann, wenn man für die Massenveränderlichkeit des Elektrons die relativistische Formel zugrunde legt. Dagegen lassen sie sich mit den Abraham'schen Formeln für das starre Elektron nicht vereinigen.

So sehen wir, daß das Rutherford'sche Atommodell in der Weiterbildung durch Bohr und Sommerfeld die Erwartungen weit übertraf, die man an seine Leistungsfähigkeit stellen konnte.

¹⁾ Die große Halbachse a wird hier $a = \frac{h^2(n+n')^2}{4\pi^2 m e E}$, das Achsenverhältnis $\frac{b}{a} = \frac{n}{n+n'}$.

²⁾ Die Energie wird nämlich hier: $W = -\frac{2\pi^2 e^2 E^2 m}{h^2(n+n')^2}$.

³⁾ In den theoretischen Ausdruck für diesen Abstand gehen nur die universellen Konstanten e, m, h und c (Lichtgeschwindigkeit) ein.

Für die optischen Serien der beiden ersten Elemente hat es uns, jedenfalls zum Teil, eine Erklärung geliefert. Auch konnte *Sommerfeld* zeigen, daß man durch Verallgemeinerung des Kernfeldes (d. h. Abweichen vom Coulombschen Feld) die Rydberg-Ritzschen Serienformeln für die Alkalien gewinnt. Ein vielversprechender Anfang für eine Quantentheorie der Spektrallinien war somit geschaffen.

Bei dieser Sachlage mußte sich von selbst die Frage aufdrängen, ob denn das Atommodell bei seiner jetzigen Vervollkommnung imstande war, den Starkeffekt zu erklären, d. h. die Aufspaltung der Linien im elektrischen Felde. Hatte doch, wie erinnerlich, gerade in diesem Punkte das ältere Thomsonsche Modell völlig versagt. Und wie stand es ferner mit dem Zeemaneffekt, der Aufspaltung im Magnetfeld? Konnte das neue Modell diese Erscheinung ebenso gut erklären wie das alte? Beide Fragen sind positiv beantwortet worden. Was den Starkeffekt anlangt, konnte *Epstein*, unter Heranziehung der modernen Quantensätze, für mehrere Freiheitsgrade zeigen, daß das Modell eine Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Feld liefert, die z. B. beim Wasserstoff die Beobachtungen von *Stark* mit bewundernswerter Genauigkeit und Vollständigkeit wiedergibt. Nicht ganz so erfolgreich ist die Theorie bis jetzt dem Zeemaneffekt gegenüber gewesen. Zwar gelang es *Debye* und *Sommerfeld*, den normalen Zeemaneffekt (Triplettsenkrecht zu den Kraftlinien) aus dem Modell herauszuholen¹⁾; jedoch versagte das Modell, trotz Berücksichtigung der Relativitätskorrektur, bei der Erklärung der anomalen Zeemaneffekte und vor allem der von *Paschen* und *Back* entdeckten Tatsache, daß auch bei Linien mit komplizierter Feinstruktur sich bei stärker werdendem Magnetfeld allmählich das normale Tripletts ausbildet, gleichsam infolge einer Zerstörung der Feinstruktur. Hier müssen weitere Untersuchungen Klarheit bringen.

VII. Die Quantentheorie der Röntgenspektren.

Parallel mit der Ausgestaltung dieser Theorie der optischen Spektren hat sich in den letzten Jahren auf derselben Grundlage eine Theorie der Röntgenspektren entwickelt, die schon tiefe Einblicke in die Lehre vom Aufbau der Atome gestattet hat. Die Forschungen von *Barkla*, *W. H.* und *W. L. Bragg*, *Moseley* und *Darwin*, *Siegbahn* und *Friman* u. a. haben erwiesen, daß beim Aufprall von Kathodenstrahlen auf die Antikathode eines Röntgenrohres zwei Arten von Röntgenstrahlen entstehen: erstens die „Bremsstrahlung“, bestehend aus einem ausgedehnten kontinuierlichen Bereich von Wellenlängen (ähnlich wie der kontinuierliche Grund der sichtbaren Spektren); zweitens die „charakteristische Strahlung“, ein typisches Linienspektrum, das aus scharfen Spektrallinien besteht, deren Lage so wesentlich und ausschließlich von dem Material der Antikathode abhängt, daß man durch Betrachten dieses Spektrums sofort eindeutig auf dieses Material schließen kann. So stellt sich hier der optischen Spektralanalyse von *Bunsen* und *Kirchhoff* eine Röntgenspektralanalyse der Elemente an die Seite. Dabei hat sich gezeigt, daß das charakteristische Röntgenspektrum eine reine Atomeigenschaft ist, und zwar eine additive. Untersucht man z. B. das Spektrum, das eine Antikathode aus Messing (Kupfer und Zink) erzeugt, so findet man sowohl die Linien des Kupfers, als auch die des Zinks unverändert an derselben Stelle, an der sie bei den einzelnen Elementen Kupfer und Zink liegen; neue Linien entstehen nicht. Nach alledem wird man vermuten, daß das Linienspektrum im Atom der Antikathode entsteht und dort durch die auftretenden Elektronen des Kathodenstrahls ausgelöst wird. Es zeigte sich ferner die wichtige Tatsache, daß sich die Linien des charakteristischen Spektrums, ebenso wie die Linien der optischen Spektren, in Serien einordnen lassen. So hat man bisher eine kurzwellige *K*-Serie aufgefunden, eine langwelligere *L*-Serie und jüngst eine noch langwelligere *M*-Serie.

Das Merkwürdigste an diesen Spektren aber ist ihr gesetzmäßiger Zusammenhang mit der Ordnungszahl ihres Elementes im periodischen System. Zeichnet man sich die Lage einer bestimmten Linie (etwa der ersten Linie der *K*-Serie, *K_α*) für die aufeinanderfolgenden Elemente des Systems auf, so offenbart sich ein durchaus stetig fortschreitender Gang: die Lage der Linie rückt mit wachsender Ordnungszahl immer mehr nach kurzen Wellen vor. Dabei ist die Regelmäßigkeit dieses Vorrückens derart, daß man Lücken im periodischen System oder falsche Stellung eines Elements sofort an dem großen Sprung erkennt. Nun ist aber nach der Annahme von *Rutherford*, *v. d. Broek* und *Bohr* die Ordnungszahl eines Elements nichts anderes als seine Kernladungszahl, d. h. die Zahl der positiven Elementarladungen seines Atomkernes. Hält man damit die eben besprochene Beziehung zusammen, nach der das stetige Fortschreiten der Kernladungszahl sich in der Lage der Röntgenlinien widerspiegelt, so wird man zu der Auffassung gedrängt, daß der Ort der Entstehung der Röntgenspektren die unmittelbare Nachbarschaft des Kerns sein muß, also das Innerste des Atoms; denn in dieser Region wirkt der Kern am stärksten, am wenigsten gestört durch die äußeren Elektronen des Atoms, und daher wird sich auch dort das Anwachsen der Kernladung am reinsten äußern.

In quantitativer Hinsicht wurde der Zusammenhang zwischen der Lage der Röntgenlinien und der Ordnungszahl *z* zuerst empirisch von *Moseley* formuliert. Er fand für die Schwin-

¹⁾ Dabei ergab sich allerdings die richtige Komponentenzahl (3) nur für *H_α*, während für die höheren Wasserstofflinien überzählige Komponenten auftraten.

gungszahlen von K_α und L_α (erste Linie der L -Serie) die Beziehungen:

$$\nu_{K_\alpha} = N(z-1)^2 \cdot \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right]$$

$$\nu_{L_\alpha} = N(z-7,4)^2 \cdot \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right]$$

wo N die Rydbergsche Zahl bedeutet.

Die Ähnlichkeit dieser Formeln mit der Bohrschen Formel für die wasserstoffähnlichen Serien springt derart in die Augen, daß es nahe lag, auf Grund des Bohrschen Modells nun auch eine Erklärung der Röntgenserien zu versuchen. Dies Problem ist von *Sommerfeld* in Angriff genommen worden, und so ist neben der Theorie der optischen Spektren, die in den äußeren Regionen des Atoms ihren Ursprung nehmen, eine Theorie der Röntgenspektren entstanden, die uns in das Innerste des Atoms führt. Danach könnte man sich z. B. K_α entstanden denken durch Übergang des strahlenden Elektrons aus einer 2-quantigen Bahn (d. h. einer Bahn, für die die Summe der Quantenzahlen $n + n' = 2$ ist) in eine 1-quantige ($s + s' = 1$); ebenso würde L_α entstehen beim Übergang des Elektrons aus einer 3-quantigen in eine 2-quantige Bahn usw. Zugleich ist es *Sommerfeld* gelungen, durch Heranziehen der Relativitätstheorie auch hier die Feinstrukturen der Linien zu berechnen und auf das Wasserstoffdublett zurückzuführen. Indessen blieb eine große Schwierigkeit bestehen: Wie sollte man sich in den Moseleyschen Formeln die von z abzuziehenden Größen 1 und 7,4 (die sogenannten „Kerncharakteristiken“) erklären? Die ganzzahlige Charakteristik 1 ließ sich vielleicht noch mit einer Abschirmung des Kerns durch ein Elektron begründen, nicht aber die gebrochene 7,4. Zwar zeigte *Sommerfeld*, daß *Moseleys* Formel nur eine Näherung sei, und daß z. B. K_α besser durch die Formel

$$\nu_{K_\alpha} = N \left[\frac{(z-1,6)^2}{1^2} - \frac{(z-3,5)^2}{2^2} \right]$$

dargestellt werde. Das aber verschlimmerte die Sache natürlich nur, um so mehr, als bei einer exakten Darstellung von L_α selbst die Nenner nicht mehr ganzzahlig blieben. *Sommerfeld* hat dieses Abweichen von der Wasserstoffähnlichkeit auf den Einfluß der äußeren Elektronen des Atoms zurückgeführt, ist jedoch hier zu keinem befriedigenden Ergebnis gelangt.

Aus dieser etwas unsicheren Situation ist die Theorie durch eine 1917 erschienene Arbeit von *Debye* befreit worden, in der er nachwies, daß *Sommerfeld* im Vertrauen auf die Wasserstoffähnlichkeit der Röntgenspektren doch wohl zu weit gegangen ist. Nach *Debye* hat man sich den Emissionsakt von K_α folgendermaßen zu denken: In allen Atomen, zum mindesten von $z = 11$ an, existiert zunächst dem Kern ein einquantiger Ring von 3 Elektronen, der K -Ring. Aus diesem Ring wird als Folge eines „Absorptionsakts“, d. h. einer Energiezufuhr (sei es durch Stoß von Ka-

thodenstrahlen oder durch Absorption von Röntgenstrahlen) ein Elektron abgesprengt und allein auf eine weiter außen gelegene zweiquantige Bahn gebracht, während die beiden übrig gebliebenen Elektronen des K -Rings dem Kern näher rücken und, einander diametral gegenüber, auf einem einquantigen Kreis den Kern umlaufen. Bei der Rückkehr des Systems aus diesem „gesprengten“ Zustand in den ursprünglichen Normalzustand wird K_α emittiert. Hier sind also *wesentlich drei Elektronen am Emissionsakt beteiligt*, während bei der Emission der wasserstoffähnlichen Spektren *nur ein springendes Elektron* die Linie erzeugt. Ganz analog wie K_α entsteht nach *Debye* K_β dadurch, daß das aus dem K -Ring abgesprengte Elektron auf eine dreiquantige Bahn gebracht wird und das System aus diesem gesprengten Zustand in den Normalzustand zurückkehrt.

Es sei noch hinzugefügt, daß kürzlich *Vegard* die Debyesche Theorie auf die L -Serie angewandt und dabei die Existenz eines zweiquantigen L -Ringes von 7 Elektronen gefordert hat. Wenn somit auch die Theorie der Röntgenspektren noch in den Kinderschuhen steckt, so ist doch ein verheißungsvoller Weg gewiesen, dessen weitere Verfolgung bedeutsame Ausblicke zu bieten verspricht.

VIII. Die Erscheinungen an den Molekülmodellen.

Während die Röntgenspektren, und zum Teil auch die optischen Spektren, den Atomen der Elemente entstammen, und daher ihre Theorie an die Atommodelle anzuschließen hat, gibt es eine Reihe von Erscheinungen, die *wesentlich den Molekülen eigentümlich sind*, und deren Theorie sich daher auf den Molekülmodellen aufbaut. Es sind dies vor allem die Erscheinungen der normalen Dispersion und der Drehung der Polarisationssebene im Magnetfeld (Magnetorotation). Diese Erscheinungen waren bis vor wenigen Jahren ausschließlich vom Standpunkt des Thomsonschen Modells, d. h. des quasielastisch gebundenen Elektrons behandelt worden und bildeten ihrerseits eine starke Stütze für dieses Modell. Dennoch zeigten sich auch in dieser klassischen Theorie Widersprüche; so ergab sich z. B. aus den Dispersionsmessungen unter Zugrundelegung der Dispersionstheorien von

Drude, *Voigt* oder *Planck* für $\frac{e}{m}$ ein zu kleiner Wert, im Vergleich zu den direkten Messungen an Kathoden- oder β -Strahlen. Als aber nun das Thomsonsche Modell durch das Rutherford-Bohrsche verdrängt wurde, und sich die Erfolge der Bohrschen Vorstellungen offenbarten, da mußte die Frage entstehen, ob sich nicht auch auf Grund dieser neuen Anschauungen eine Theorie der Dispersion und Magnetorotation einwandfrei durchführen lasse. Den ersten Schritt zur Beantwortung dieser Frage — und zwar im positiven Sinne — hat *Debye* getan, indem er die normale Dispersion des Wasserstoffs untersuchte. Er legte dabei seinen Rechnungen ein

schon von Bohr eingeführtes Modell des Wasserstoffmoleküls zugrunde, das folgende Konstitution besitzt: Zwei positive Kerne¹⁾, je von der Ladung $+e$ stehen sich im Abstand $2b$ gegenüber. In einer Ebene, die die Verbindungslinie der Kerne senkrecht in der Mitte teilt, bewegen sich 2 Elektronen diametral gegenüber, auf einem Kreise vom Durchmesser $2a$, jedes mit dem

Impulsmoment $\frac{h}{2\pi}$. Das System ist im Gleichgewicht, wenn $a = b\sqrt{3}$ ist; dann ist das Modell in allen seinen Dimensionen und Geschwindigkeiten vollständig festgelegt. Infolge seiner Symmetrie besitzt es im Normalzustande kein elektrisches Moment. Wird es dagegen von einer äußeren Lichtwelle getroffen, so wird die Bewegung seiner Elektronen gestört, sie weichen von der normalen Bahn ab, geraten in Schwingungen und erzeugen so ein mit der Zeit periodisch wechselndes elektrisches Moment. Dadurch aber wird der ursprüngliche Gang der primären Welle in charakteristischer Weise verändert, d. h. es entsteht Dispersion²⁾. Die hier auftretenden Schwingungen der Elektronen sind nicht Schwingungen um Gleichgewichtslagen, wie beim quasi-elastischen Modell, sondern Schwingungen um stabile Bahnen; auch ist die Bindung der Elektronen im Gegensatz zu den klassischen Dispersionstheorien von Drude, Voigt u. a. anisotrop (d. h. das Elektron ist nach verschiedenen Richtungen hin verschieden stark gebunden). Der Erfolg der Debyeschen Theorie war schlagend: Der Widerspruch in der Drudeschen Theorie (zu kleiner Wert von $\frac{e}{m}$) löst sich auf und es gelingt,

mit dem normalen Wert von $\frac{e}{m}$ die Beobachtungen sehr befriedigend darzustellen. Dabei ist jetzt, was besonders hervorzuheben ist, in der Formel für den Brechungsquotienten keine einzige Konstante mehr willkürlich verfügbar. Vielmehr ist die Dispersionsformel aus universellen Größen zusammengesetzt.

Nach derselben Methode und mit ähnlichem Erfolg hat Scherrer die Drehung der Polarisationssebene im Magnetfeld für das Wasserstoffmolekül behandelt.

In sehr umfassender Weise hat endlich Sommerfeld kürzlich auf derselben Grundlage die Theorie der Dispersion und der Magnetorotation erweitert. Dabei hat er, nach einer nochmaligen

¹⁾ Wasserstoff ist bekanntlich zweiatomig.

²⁾ Man hat sich dies so zu denken: es sei c die Geschwindigkeit der primären Welle im Vakuum. Die Schwingungen der Elektronen erzeugen eine vom Molekül ausgehende sekundäre Welle. Alle diese sekundären Wellen setzen sich mit der primären zusammen und bilden so eine Welle mit veränderter Fortpflanzungsgeschwindigkeit q , deren Wert von der Schwingungszahl der primären Welle abhängt. Das aber ist gerade die Erscheinung der Dispersion. Der Brechungsquotient ist $= \frac{c}{q}$.

Prüfung und Verbesserung der Rechnungen von Debye und Scherrer, seine Betrachtungen auch auf das Sauerstoff- und Stickstoffmolekül ausgedehnt. Der Vergleich mit den Beobachtungen führte zu dem merkwürdigen Ergebnis, daß man bei diesen komplizierten Modellen nicht mehr mit dem einfachen Bohrschen Quantenansatz (Impulsmoment jedes Elektrons gleich einem ganzen

Vielfachen von $\frac{h}{2\pi}$) durchkommt; vielmehr zeigte sich, daß man den Ansatz in charakteristischer Weise abändern müsse, um mit den Messungen im Einklang zu bleiben. Im Anschluß an das empirische Material stellte er dabei für Elektronenringe im Molekül eine Quantenregel auf, in der auch die Zahl der Elektronen im Ring eine Rolle spielt. Ob und wie man dieses sonderbare Resultat auch theoretisch begründen kann, müssen weitere Untersuchungen lehren.

IX. Ausblick.

In den vorangehenden Betrachtungen ist es versucht worden, in großen Umrissen die wichtigsten Züge der Quantenlehre, ihres Ursprungs und ihrer Entwicklung herauszuschälen. Überblickt man den jetzt vor uns stehenden Bau von seinen Grundmauern bis zu seinen höchsten Stockwerken, so kann man sich eines Gefühls der Bewunderung nicht erwehren, der Bewunderung für den Mut der Wenigen, die sich mit klarem Blick, gegen den Widerstand der Überlieferung, für die Notwendigkeit der neuen Lehre einsetzten und damit das Fundament für die erstaunlichen Erfolge legten, die der Quantentheorie in so kurzer Zeit beschieden waren. Dennoch wird jeder, der die Quantentheorie studiert, eine gewisse Enttäuschung beschleichen; denn wir müssen uns eingestehen, daß wir, trotz weitgehender Formulierung ihrer Regeln, dem Kern der Sache noch kaum um einen Schritt näher gekommen sind. Daß es quantenmäßig ausgezeichnete Zustände von mechanischen und elektrischen Systemen gibt, scheint sicher zu sein. Aber wo liegt die tiefere Ursache verborgen, die dieses Sprunghafte in der Natur erzeugt? Ist es etwa die positive Elektrizität, die uns des Rätsels Lösung bringen wird? Und selbst wenn wir uns das Ziel nicht so weit stecken, bleibt eine Fülle unbeantworteter Fragen offen: noch ist nicht einmal die Entscheidung erbracht, ob wirklich, wie es die erste Plancksche Theorie verlangt, nur die quantenmäßig erlaubten Zustände die einzig existierenden sind, oder ob nicht, nach Plancks zweiter Fassung, auch die Zwischenzustände möglich sind. Noch wissen wir nicht, wie es mit der Strahlung steht. Breitet sie sich so aus, wie es die klassische Undulationstheorie verlangt, oder hat auch sie einen Quantencharakter? Gibt es überhaupt Kugelwellen oder ist nicht vielmehr, wie Einstein bei einer Ableitung des Planckschen Gesetzes auf Grund des Bohrschen Modells kürzlich zeigte, die Strahlung einseitig gerichtet, wie

der Schuß aus einer Kanone? Muß man nicht demnach die Mechanik ebenso wie die Elektrodynamik von Grund aus abändern und sie auf quantentheoretischer Basis neu aufbauen?

Alle diese Probleme harren noch der Lösung. Aber wie diese endgültige Lösung auch ausfallen mag, so wird sie sich jedenfalls auf das ungeheure vorliegende empirische und theoretische Material zu stützen haben. Noch fehlt der leitende Gedanke, der das Zerstreute sammelt, das Disparate zusammenfaßt. Aber wir wollen hoffen, daß der Tag nicht mehr allzufern ist, an dem die gewaltige Vorarbeit, die die heutige Generation geleistet hat, durch die Vollendung der Theorie gekrönt wird.

Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der Serienspektren.

Von Dr. Paul S. Epstein, München.

I. Abschnitt.

Grundlagen.

§ 1. In den Jahren 1896 bis 1902 hatte *Max Planck* seine ganze Arbeitskraft in den Dienst der Theorie der Wärmestrahlung gestellt. Mit einer beispiellosen Folgerichtigkeit und Energie schuf er zunächst in einer Reihe von Abhandlungen die begrifflichen Grundlagen für eine solche Theorie, und gelangte um die Wende des Jahrhunderts zur Überzeugung, daß die gewöhnliche Mechanik und *Maxwell-Lorentz*sche Elektrodynamik zur Begründung der Strahlungslehre nicht ausreichen. Die konsequente Anwendung dieser klassischen Grundlagen führte nämlich unter allen Umständen auf ein Gesetz der Strahlungsverteilung (das sogenannte *Rayleigh-Jeans*sche), welches sich im kurzwelligen Gebiete in eklatantem Widerspruch mit der Erfahrung befindet. Hieraus leitete *Planck* die Notwendigkeit ab, in die Strahlungstheorie einen neuen, der Mechanik und Elektrodynamik fremden Gedanken einzuführen. Im Jahre 1901 gelang es ihm auch, mit kühnem Griff das fehlende Glied in die Kette seiner Deduktionen einzufügen. Es war dies die *Quantenhypothese*, welche nicht nur alle Rätsel in der Theorie der Wärmestrahlung auflöste, sondern, wie sich später zeigen sollte, auch alle übrigen atomistischen Vorgänge beherrscht.

Die Anwendungen der Quantentheorie auf die Atomistik haben in den letzten Jahren zu einer Reihe großer Erfolge geführt; und auch an dieser neuesten Entwicklung ist *Planck* in hervorragendem Maße beteiligt. Es ist der Zweck dieses Aufsatzes, eine Übersicht über die neueren Ergebnisse zu entwerfen, soweit sie sich auf die Theorie spektraler Serien beziehen. Dementsprechend werden zunächst die begrifflichen Grundlagen der *Planck*schen Quantenlehre in Kürze erörtert (§§ 2—4) und das nötige Tatsachenmaterial aus der Atomistik und Spektroskopie zusammengestellt (§§ 5, 6). Der zweite Abschnitt enthält die ersten er-

folgreichen Anwendungen der Quantentheorie auf das Atom, welche sich an den Namen *Niels Bohr* knüpfen und in der Erklärung der einfachsten Spektralserien gipfeln (§§ 7—10). Im dritten Abschnitt findet man die Anwendungen auf Systeme von mehreren Freiheitsgraden, wie sie durch von *Planck* und *Sommerfeld* neu geschaffene begriffliche Hilfsmittel ermöglicht wurde: im wesentlichen die Theorie der Feinstrukturen wasserstoffähnlicher Linien und des Starkeffekts (§§ 11—15). Den Schluß bildet eine Erörterung der Anschauungen von *Planck* über die Struktur des Phasenraumes.

§ 2. *Hypothese der Energiequanten.* — Um den Inhalt der Quantenhypothese klarzumachen, wollen wir das in der Einleitung Gesagte näher ausführen und an den Begriff des „linearen Resonators“ anknüpfen. Wir können uns darunter ein Elektron¹⁾ vorstellen, welches quasielastisch (d. h. durch eine der Entfernung x proportionale Kraft) an eine Ruhelage gebunden ist, und demzufolge sinusartige Schwingungen von einer konstanten, für den Resonator charakteristischen Schwingungszahl ν pro Sekunde um dieselbe ausführt:

$$x = x_0 \sin 2\pi \nu t \dots\dots\dots (1)$$

Hier bedeutet t die Zeit und x_0 die Amplitude.

Nach den Gesetzen der Elektrodynamik muß ein solcher linearer Resonator elektromagnetische Wellen von derselben Schwingungszahl ν aussenden, und umgekehrt unter der Wirkung einfallender Wellen erzwungene Schwingungen ausführen. Hat man also in einem vollkommen spiegelnden Hohlraum eine größere Menge von Resonatoren mit allen möglichen ν , so müßten sie sich mit der Strahlung und gegenseitig in ein bewegliches Gleichgewicht setzen, bei welchem jede Gruppe von Resonatoren (von einer bestimmten Schwingungszahl ν) genau so viel Energie abstrahlt, als sie von der zugestrahlten Energie absorbiert. Diese Gleichgewichtsstrahlung bezeichnet man als „schwarze Strahlung“ und das Problem, welches sich *Planck* gestellt hatte, bestand darin, die spektrale Energieverteilung der schwarzen Strahlung abzuleiten. Es zeigte sich nun, daß man unfehlbar auf ein falsches Gesetz geführt wird, wenn man voraussetzt, daß ein Resonator bei der Wechselwirkung alle möglichen Energieinhalte (bzw. Amplituden) annehmen kann. Die neue, außerordentlich kühne Annahme von *Planck* bestand darin, daß die Energie A eines Resonators ein atomistisches Verhalten besitzt

¹⁾ Nach den neueren Forschungsergebnissen hat der Träger der elektrischen Erscheinungen, die sogenannte „Elektrizitätsmenge“, eine atomistische Struktur. Die Atome der Elektrizitätsmenge bezeichnet man als Elektronen. Das Elektron hat eine 1844-mal kleinere Masse μ als das Wasserstoffatom, seine elektrische Ladung („Elementareinheit der Elektrizitätsmenge“) beträgt $e = 4,77 \cdot 10^{-10}$ el. st. Einh. Das Verhältnis von Ladung zu Masse ist $\frac{e}{\mu} = 5,291 \cdot 10^{17}$ el. st. Einh.

und ein ganzes Vielfaches einer elementaren Menge ϵ sein muß:

$$A = n \epsilon,$$

wenn n eine ganze Zahl bedeutet. Aus thermodynamischen Gründen (Wiensches Verschiebungsgesetz) darf jedoch die elementare Energie ϵ nicht von der Schwingungszahl unabhängig, sondern muß derselben proportional sein: $\epsilon = h\nu$. Als Ausdruck der ersten Fassung der Planckschen Hypothese, die man als „Hypothese der Energiequanten“ bezeichnet, gewinnt man daher die Formel

$$A = n h \nu. \quad (2)$$

Hier ist h eine universelle Konstante von der Dimension einer Wirkung (Energie \times Zeit), welche daher als das „Plancksche Wirkungsquantum“ bezeichnet wird. Aus den Strahlungsmessungen von Kurlbaum, Lummer und Pringsheim erhielt Planck den numerischen Wert

$$h = 6,55 \cdot 10^{-27} \text{ erg. sec.}$$

Den Ausdruck für die Energie A des linearen Resonators erhält man, wenn man bedenkt, daß im Momente des Durchgangs durch den Nullpunkt ($t=0$) nur kinetische Energie vorhanden ist. Ist μ die Masse des Elektrons:

$$A = \frac{\mu}{2} \left(\dot{x} \right)_{t=0}^2 = 2 \mu (\pi \nu x_0)^2. \quad (1)$$

Beziehung (2) liefert daher

$$2 \pi^2 \mu \nu x_0^2 = n h \quad (3)$$

Es sind also nur bestimmte ausgewählte Amplituden x_0 , nämlich diejenigen, welche der Formel (3) genügen, mit der Quantenhypothese verträglich.

§ 3. Hypothese der Wirkungsquanten. — Später gab Planck seiner Hypothese eine andere Fassung, welche klarer hervortreten läßt, daß die Wirkung und nicht die Energie das Unveränderliche ist. Dabei macht er Gebrauch vom mechanischen Begriff des Impulses oder der Bewegungsgröße. Bekanntlich ist bei kartesischen Koordinaten und konservativen Kräften (d. h. Kräften, welche ein Potential besitzen), der einer kartesischen Lagenkoordinate x eines Massenpunktes von der Masse μ entsprechende Impuls

$$p_x = \mu \dot{x}.$$

Aber auch unter komplizierteren Verhältnissen kann man im allgemeinen die den Lagenkoordinaten q eines Systems zugehörigen Impulse p definieren. Dabei ist durch die Kenntnis der Werte aller p und q in irgend einem Augenblick die Bewegung des Systems vollständig und für alle Zeiten bestimmt.

Im besonderen Falle eines einzigen Freiheitsgrades kann man p leicht als Funktion von q angeben. Z. B. hat man für den linearen Resonator nach (1)

$$\frac{p_x}{2 \pi \nu \mu} = x_0 \cos 2 \pi \nu t \quad (4)$$

¹⁾ Durch einen Punkt wird die Ableitung nach der Zeit angedeutet: $\dot{x} = dx/dt$.

oder wenn man die Gleichungen (1) und (4) quadriert und addiert

$$\left(\frac{x}{x_0} \right)^2 + \left(\frac{p_x}{2 \pi \nu \mu x_0} \right)^2 = 1.$$

Das ist bekanntlich die Gleichung einer Ellipse von den Halbachsen $a = x_0$ und $b = 2 \pi \nu \mu x_0$. Wenn man also p_x als Ordinate, x als Abszisse aufträgt (Fig. 1), erhält man für jeden speziellen Wert von x_0 eine Ellipse, für alle möglichen x_0 eine Schar ähnlicher konzentrischer Ellipsen. Im allgemeinen Fall eines durch eine Koordinate q und den zugehörigen Impuls p bestimmten Systems wird man durch die analoge Konstruktion eine andere (nicht elliptische) Schar von Kurven erhalten, von denen jede die Bewegung des Systems für einen speziellen Wert der Energie darstellt.

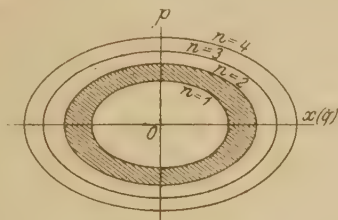


Fig. 1.

Der Planckschen Annahme zufolge sind nach Gleichung (3) nicht alle Kurven der Schar, sondern nur gewisse ausgewählt möglich. Und zwar besteht die spätere Formulierung von Planck darin, daß der Inhalt der Fläche zwischen zwei aufeinanderfolgenden quantentheoretisch zulässigen Kurven gleich dem Wirkungsquantum h sein soll. Mathematisch formuliert gibt das

$$\iint dp dq = h \quad (5)$$

oder

$$\int (p_n - p_{n-1}) dq = h.$$

Die Integration ist über das zwischen den beiden Kurven eingeschlossene, in der Figur für $n=2$ schraffierte Gebiet zu erstrecken, p_n und p_{n-1} beziehen sich auf die Werte des Impulses an den Grenzkurven.

Durch Summieren der Ausdrücke

$$\int (p_1 - p_0) dq = h, \int (p_2 - p_1) dq = h, \dots$$

$$\int (p_n - p_{n-1}) dq = h$$

ergibt sich für die n -te quantenmäßig zulässige oder, wie wir sagen wollen, „statische Bewegungsform“:

$$\int (p_n - p_0) dq = n h \quad (5a)$$

wenn p_0 den Impuls an der innersten statischen Kurve von kleinstem zulässigem Flächeninhalt bedeutet. Einen von Null verschiedenen Wert von p_0 darf man dann erwarten, wenn das betrachtete System aus mechanischen Gründen einen Grenz-zustand besitzt, dem eben der Impuls p_0 entspricht. Beim linearen Resonator ist dies nicht der Fall, hier sind auch die kleinsten Amplituden

und Impulse bis zur vollständigen Ruhe ($p_0 = 0$) mechanisch möglich. Für solche Systeme, welche die Mehrzahl bilden, reduziert sich die Quantenbedingung (5a) einfach auf

$$\int p dq = n h \dots \dots \dots (5b)$$

d. h. der von einer statischen Kurve umschlossene Flächeninhalt ist ein Multiplum des Wirkungsquantums h .

Es ist leicht zu sehen, daß diese Fassung der Planckschen Annahme, welche als „Hypothese der Wirkungsquanten“ bezeichnet wird, für den Fall des linearen Resonators mit der Hypothese der Energiequanten (2) übereinstimmt. In der Tat ist der Inhalt der umschlossenen elliptischen Fläche hier gleich

$$n h = \pi a b = 2 \pi^2 v m x_0^2$$

in genauer Übereinstimmung mit Formel (3).

Einer der Vorteile, welchen diese Formulierung der Quantenhypothese bot, bestand darin, daß es dabei möglich war, die erforderlichen Abänderungen der Elektrodynamik auf ein Minimum zu reduzieren, wenigstens die Absorption der Energie kontinuierlich zu gestalten und das wesentlich Neue der Auffassung in die Berechnung der statistischen Wahrscheinlichkeiten zu verlegen. Da es jedoch für das Folgende nicht darauf ankommt, ob wir die statischen Bewegungsformen als die einzigen möglichen, oder als nur in statistischem Sinne ausgezeichnet auffassen, wollen wir auf diese Fragen erst später (in § 16) zurückkommen.

Als weiteren Vorzug der zweiten Fassung erkennt man den Umstand, daß sie vom Begriff der Schwingungszahl keinen Gebrauch macht und sich daher nicht von vornherein auf periodische Bewegungen beschränkt. In der Tat ist es in der Folge gelungen, sie sowohl auf Systeme von mehreren Freiheitsgraden als auch auf gewisse Klassen nichtperiodischer Bewegungen anzuwenden.

§ 4. Entwicklung des Gedankens der Energiequanten. — Merkwürdig ist, daß die vom Impulsbegriff ausgehende Auffassung der Wirkungsquanten den Gedanken der Energiequanten nicht überflüssig gemacht, sondern dessen Anwendung nur an eine andere Stelle verschoben hat. In der Tat wurde dieser Begriff mit Erfolg zur Erklärung mehrerer Erscheinungen herangezogen. Besonders *Einstein*, dem wir den Ausbau der Quantentheorie nach den verschiedensten Richtungen verdanken, vertrat nachhaltig den Standpunkt, daß sich in den Wirkungen einer Strahlung von der Schwingungszahl ν das Energiequantum $h\nu$ äußern müsse. Auf diesem Wege gab er u. a. eine Darstellung der quantitativen Verhältnisse im *lichtelektrischen Effekt*: das aus einem Metall unter der Wirkung von einfallendem ultravioletten Licht (Schwingungszahl ν) ausgesandte Elektron erwirbt, nach seiner Hypothese, vom Licht die kinetische Energie $h\nu$, von der es einen Teil P für die Arbeit aufbraucht, die es zu

leisten hat, um durch die Oberfläche hindurchzutreten und den Verband der Metallatome zu verlassen. Es ergibt sich demnach für die Geschwindigkeit v eines lichtelektrischen Elektrons die Einsteinsche Gleichung (1905)

$$\frac{\mu v^2}{2} + P = h\nu,$$

welche sich durchaus bestätigt, und neuerdings von *R. Millikan* (1916) als eine Methode zur genauen Bestimmung des Wertes von h angewandt wurde.

Die Umkehrung dieses Gedankens, die Annahme, daß die bei einem Lichtemissionsvorgang von unbekanntem Mechanismus ausgesandte Schwingungszahl durch die zur Verfügung stehende Energie bestimmt werden könne, finden wir zum ersten Mal bei *W. Wien* und *J. Stark*. *W. Wien*¹⁾ faßt den Vorgang der Entstehung von Röntgenstrahlen durch plötzliche Bremsung von Kathodenstrahlen²⁾ in der Antikathode einer Röntgenröhre ins Auge, und stellt die Hypothese auf, daß die Schwingungszahl ν der ausgesandten Röntgenstrahlen durch die kinetische Energie T des gebremsten Elektrons nach der Beziehung

$$T = c h \nu^3 \dots \dots \dots (6)$$

bestimmt wird. Beachtenswert ist bei dieser Auffassung, daß die Größe $h\nu c$ keineswegs mit der in Form von Röntgenstrahlung emittierten Energie übereinstimmt, denn letztere beträgt, wie man berechnen kann³⁾ und sich aus Messungen ergeben hat⁴⁾, nur einen geringen Bruchteil (von der Größenordnung 0,2%) der Kathodenstrahlenenergie. *Bedingung (6) bestimmt also lediglich die Schwingungszahl der ausgesandten Strahlung, ohne etwas über deren Energiemenge auszusagen*, weshalb wir diese Gleichung als „*Frequenzbedingung*“ bezeichnen.

Diese Beziehung ist neuerdings (bis zu einer Spannung von 40 000 Volt) geprüft worden⁵⁾. Es bestätigt sich mit voller Schärfe, daß die größte Schwingungszahl der Röntgenstrahlen, welche durch Elektronen von einer bestimmten kinetischen Energie angeregt werden, durch Gleichung (6) gegeben ist.

Die erste Anwendung einer ähnlichen Überlegung auf das optische Spektrum geht auf *J. Stark*⁷⁾ zurück. Er betrachtet die Emission der Linien des Quecksilberspektrums und geht von der Annahme aus, daß die Vorbedingung für die

¹⁾ *W. Wien*, Gött. Nachr. S. 598, 1907.

²⁾ Welche bekanntlich aus schnell bewegten Elektronen bestehen.

³⁾ c bedeutet die Lichtgeschwindigkeit. Unter der Schwingungszahl ν verstehen wir hier und im Folgenden, wie dies in der Spektroskopie üblich ist, die reziproke Wellenlänge $\nu = 1/\lambda$. Genau genommen ist die Zahl der Schwingungen in $1/c$ Sekunden.

⁴⁾ *Sommerfeld* (Münch. Ber. S. 1, 1911) hat in einer Arbeit, die auf die spätere Entwicklung der Quantentheorie von großem Einfluß war, die Wiensche Theorie modifiziert und quantitativ ausgebaut.

⁵⁾ *W. Wien*, Ann. d. Phys. 18, S. 991, 1905.

⁶⁾ *Duane und Hunt*, Phys. Rev. 6, S. 166, 1915.

⁷⁾ *W. Steubing*, Phys. Zt. 10, S. 789, 1909.

Aussendung derselben das Vorhandensein von ionisierten Atomen (d. h. Atomen, von denen ein Elektron abgetrennt ist) und freier Elektronen im Hg-Gas sei. Das Leuchten kommt, seiner Meinung nach, durch die Wiedieranlagerung eines Elektrons an das ionisierte Atom zustande. Da bei diesem Vorgang nur eine endliche Energiemenge verfügbar ist, nämlich die Energie T , welche man umgekehrt zur Entfernung des Elektrons aus dem Atom ins Unendliche aufwenden muß (die sogenannte Ionisierungsspannung), und welche aus direkten Messungen bekannt ist, schloß Stark, daß die Grenze des Quecksilberspektrums, d. h. die größte Schwingungszahl ν , deren Emission möglich ist, durch die Beziehung (6) bestimmt wird. Neuere Messungen der Ionisierungsspannung des Quecksilbers¹⁾ bestätigen die quantentheoretische Gleichung (6), die Schwingungszahl ν , die sich ergibt, bezieht sich jedoch nicht auf die Bandengrenze, sondern auf die Resonanzstrahlung des Quecksilbers (253,6 μ).

§ 5. Struktur der Serienformeln. Das Ritzsche Kombinationsprinzip. — Unser Zweck ist, eine Übersicht über die Erfolge zu geben, die in den letzten Jahren in der Erklärung der spektralen Gesetze durch Anwendung der Quantentheorie auf die Atomistik erreicht wurden. Daher ist es nötig, zunächst einiges über die Struktur der spektralen Formeln und die modernen Anschauungen vom Bau der Atome zu sagen.

Beim Studium der Linien, aus denen ein Spektrum besteht, hat man bei gewissen Folgen dieser Linien, welche man als „Serien“ bezeichnet, ein ähnliches Aussehen und gleichmäßiges physikalisches Verhalten festgestellt und daraus auf ihre genetische Zusammengehörigkeit geschlossen. Die formelmäßige Darstellung spektraler Serien wurde bereits im Jahre 1885 durch eine Untersuchung von Balmer eingeleitet, der für die später nach ihm benannte Serie des Wasserstoffs die folgende Formel aufstellte:

$$\nu = N \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 3, 4, 5 \dots \dots \dots (7)$$

N bedeutet dabei eine Konstante, als deren bester Wert gegenwärtig 109 677,69 gilt. Von der Balmerserie, der einzigen Serie, welche der Wasserstoff im sichtbaren Spektrum besitzt, sind 29 Linien bekannt, welche in der Reihenfolge abnehmender Wellenlängen mit $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta, \dots$ bezeichnet werden. In den Spektren von Wasserstoffröhren wurden allerdings nur die ersten 13 dieser Linien gefunden, die übrigen entziehen sich der terrestrischen Beobachtung durch ihre Lichtschwäche, sind aber aus Sternspektren bekannt. Formel (7) gibt mit nichts zu wünschen übrig lassender Schärfe die Schwingungszahlen sämtlicher 29 Linien, wenn man für m die sukzessiven ganzen Zahlen von 3 bis 31 einsetzt. Neuere Untersuchungen haben übrigens gezeigt,

daß die Linien der Balmerserie nicht einfach sind, sondern in mindestens zwei sehr dicht nebeneinanderliegende Komponenten aufgelöst werden können.

Gleichfalls dem Wasserstoff wurde die astronomische Serie zugeschrieben, welche E. C. Pickering 1896 im Spektrum des Sterns ζ Puppis gefunden hatte.

$$\nu = N \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 1,5; 2,5; 3,5; \dots \dots \dots (8)$$

Wir werden sehen (§ 10), daß sie in Wirklichkeit dem ionisierten Helium angehört.

Charakteristisch für die Struktur dieser Formeln ist, daß die Schwingungszahl ν hier als Differenz zweier Terme $N/2^2$ und N/m^2 erscheint. Durch eine eingehende Analyse des damals vorhandenen experimentellen Materials zeigte nun der schwedische Physiker Rydberg im Jahre 1890, daß sich viele Seriengesetze bei verschiedenen Stoffen durch die verallgemeinerte Formel

$$\pm \nu = \frac{N}{(m_1 + \mu_1)^2} - \frac{N}{(m_2 + \mu_2)^2} \dots \dots \dots (9)$$

gut darstellen lassen. N ist dabei dieselbe Unveränderliche, welche in der Balmerischen Formel (7) auftritt, sie gewinnt also die Bedeutung einer Universalkonstanten und wird als „Rydbergsche Konstante“ bezeichnet. μ_1 und μ_2 sind zwei weitere für das betreffende Element charakteristische Konstanten, m_1 und m_2 ganze Zahlen („Ordnungszahlen“); das Vorzeichen ist so zu wählen, daß ν positiv wird. Bei festgehaltenem m_1 erhält man bereits eine Serie, wenn m_2 die Reihe der ganzen Zahlen durchläuft. Nimmt man noch die Variabilität von m_1 hinzu, so können mehrere Serien durch den einzigen Ausdruck (9) dargestellt werden.

Mit zunehmender Genauigkeit der spektralen Messungen erwies sich indessen die Rydbergsche Formel als ungenügend. Die beste der später vorgeschlagenen rührt von W. Ritz her (1903), der unter Beibehaltung der Auffassung von ν als Differenz zweier Terme nur jedem der beiden Terme eine veränderte Gestalt gab. Noch größere Verdienste um die Spektroskopie erwarb sich dieser leider jung verstorbene schweizerische Gelehrte durch die Aufstellung seines sogenannten „Kombinationsprinzips“ (1908), durch welches er den Beweis erbrachte, daß die beiden Terme, als deren Differenz die Schwingungszahl erscheint, keine zufällige Eigenschaft der mathematischen Formulierung sind, sondern unabhängig von dieser einen wirklichen physikalischen Sinn, eine objektive Existenz besitzen.

Dieses Kombinationsprinzip besteht darin, daß man einen der beiden Terme, welche irgend eine Linie einer Serie ergeben, mit einem der Terme, die zu einer anderen Linie (derselben Serie oder gewisser anderer Serien desselben Elementes) gehören, kombinieren kann, derart, daß die Differenz wieder eine Spektrallinie ergibt. Auf diese Weise ist es Ritz gelungen, sowohl neue Serien aufzufinden, als auch einige Linien,

¹⁾ J. Frank und G. Hertz, Verh. d. D. Phys. Ges. 16, 512, 1914.

welche außerhalb des Seriensystems zu stehen schienen, in dasselbe einzuordnen. Z. B. in Anwendung auf die Balmerische Formel (7) hat Ritz die Existenz einer Wasserstoffserie von der Form

$$\nu = N \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 4, 5, 6 \dots \dots (7a)$$

vorhergesagt, welche im Ultraroten liegen muß. Dies konnte noch im selben Jahre (1908) durch Messungen von Paschen bestätigt werden, der für Wellenlängen in Luft (λ) und Schwingungszahlen (ν) der beiden ersten Linien die folgenden Werte angibt:

m	λ in Å.-E.		ν	
	beob.	ber.	beob.	ber.
4	18751,3	18751,6	5331,58	5331,49
5	12817,6	12818,7	7799,70	7799,10

Schon etwas früher wurden von Lyman im Ultraviolett die ersten Glieder der Serie

$$\nu = N \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 2, 3, 4 \dots \dots (7b)$$

gemessen, aus der nach dem Kombinationsprinzip sowohl die Balmerische als die Ritz-Paschensche Serie hervorgehen.

In der Folge hat besonders Paschen viel mit dem Kombinationsprinzip gearbeitet, ihm haben wir die experimentelle Begründung desselben durch Auffindung und genaue Messung von Kombinationslinien in allen Serienspektren zu verdanken, sowie auch die endgültige Zusammenfassung der verschiedenen Serien eines chemischen Elementes in ein Seriensystem. Vom Standpunkt dieser Systematik und nach Analogie mit anderen Elementen müßte man zu der Pickering'schen Serie (8), die man dem Wasserstoff zuschrieb, noch eine andere mit der Formel

$$\nu = N \left(\frac{1}{1,5^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 2, 3, 4 \dots \dots (8a)$$

erwarten, worauf bereits Rydberg hingewiesen hatte. Die Grundlinie dieser Serie wurde mit der Linie $\nu = 4687,88$ (ber. $\nu = 4687,90$) im Spektrum gewisser Fixsterne identifiziert, aber erst im Jahre 1912 gelang es Fowler, diese Serie in der terrestrischen Emission zu beobachten. Im Lichte der elektrischen Entladung in einer mit einem Gemisch von Wasserstoff und Helium gefüllten Geißleröhre erhielt er drei Linien der Serie (8), vier der Serie (8a) und drei Linien der ultravioletten Serie

$$\nu = N \left(\frac{1}{1,5^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 2,5; 3,5; 4,5; \dots \dots (8b)$$

Die beobachteten Schwingungszahlen waren um ein Geringes größer als die nach den Formeln (8a, b) berechneten. Bemerkenswert ist, daß es unmöglich war, diese Linien in reinem Wasserstoff zu erzeugen, und sich ein Zusatz von Helium als unbedingt nötig erwies.

§ 6. Das Rutherford'sche Atommodell. — Seit die Physik zu der Erkenntnis gelangt ist, daß elektrische Ladungen innerhalb des Atoms eine

wesentliche Rolle spielen, hat es nicht an Versuchen gefehlt, Atommodelle zu konstruieren. Das beliebteste Modell war lange Zeit die von Lord Kelvin (1902) stammende sogenannte „Aepinuskugel“: Die positive Elektrizität ist kontinuierlich mit konstanter Dichte über das ganze (kugelförmige) Atom ausgebreitet; im Innern dieser Kugel befinden sich Elektronen in solcher Anzahl, daß ihre Gesamtladung gerade die positive Ladung der Kugel neutralisiert. Dies Modell bot den Vorteil, daß die Elektronen in demselben eine statische Gleichgewichtslage haben, so daß man nicht von vornherein ihren Bewegungszustand in Betracht zu ziehen brauchte. Es blieb allerdings unklar, welche Kräfte die positive Elektrizität der Kugel zusammenhalten. Besonders von J. J. Thomson wurde dieses Modell weitgehenden atomistischen Betrachtungen zu Grunde gelegt. Von seinen Resultaten ist für uns hauptsächlich das folgende von Wichtigkeit: Die Anzahl n der Elektronen in einem Atom ist ungefähr gleich der Hälfte des Atomgewichts M . Von den verschiedenen physikalischen Erscheinungen, welche Thomson übereinstimmend zu diesem Resultat geführt haben, ist die Zerstreuung von Röntgenstrahlen an verschiedenen Stoffen hervorzuheben: die sich hieran knüpfenden Überlegungen haben nämlich einzig die Annahme, daß im Atom Elektronen vorhanden sind, zur Voraussetzung und sind von der Art der Bindung derselben unabhängig. Daher bleibt das Thomsonsche Ergebnis über die Elektronenzahl auch für beliebige andere Atommodelle gültig.

Andererseits wurde verschiedentlich mit der Vorstellung gearbeitet, das Atom sei aus diskreten positiven Bestandteilen und Elektronen aufgebaut, welche sich gegenseitig mit Coulombschen Kräften beeinflussen und nach Art eines Planetensystems umeinander bewegen¹⁾; denn ein statisches Gleichgewicht ist bei Kräften, die mit dem umgekehrten Quadrat der Entfernung wirken, unmöglich. Erst vor wenigen Jahren (1911) hat ein scheinbar unbedeutendes experimentelles Ergebnis es Rutherford ermöglicht, die Frage zu Gunsten dieser letzteren Klasse von Atommodellen zu entscheiden. Auf seine Veranlassung hatten nämlich Geiger und Marsden (1909) die Ablenkung von α -Strahlen²⁾ von ihrer geradlinigen Bahn beim Durchgang durch dünne Blättchen verschiedener Stoffe untersucht und festgestellt, daß in einem Bruchteil der Fälle auch sehr große (größer als 90°) Ablenkungswinkel als Resultat des Zusammenstoßes der α -Partikel mit einem einzigen Atom vorkommen. Damit eine so er-

¹⁾ Schon vor der Entdeckung des Elektrons faßte F. Richarz (1894) das Molekül als System von zwei einander umkreisenden Planeten (positives und negatives Ion) auf.

²⁾ Die α -Strahlen werden von radioaktiven Substanzen ausgesandt und bestehen aus mit großer Geschwindigkeit abgeschleuderten Heliumatomen, welche eine positive Ladung (von zwei Elementareinheiten) tragen.

hebliche Abweichung zustande kommt, muß das α -Teilchen beim Durchgang durch das Atom eine entsprechend starke (elektrische) Abstoßung erfahren, und die Diskussion der Verhältnisse im Kelvinschen Modell zeigt, daß die hier vorhandenen elektrischen Felder für die Erklärung dieses Effektes viel zu gering sind. Genügend starke Feldstärken sind nur dann möglich, wenn die gesamte positive Ladung des Atoms, die ja nach den erwähnten Arbeiten von Thomson schon ungefähr bekannt war, auf einen sehr kleinen Raum, den sogenannten positiven „Kern“ konzentriert ist.

Unter dieser Annahme konnte Rutherford berechnen, daß die Anzahl der um einen Winkel φ von der Geraden abgelenkten α -Teilchen den folgenden Größen proportional ist: 1. $\sin^{-4}(\varphi/2)$ (oder φ^{-4} für kleine φ); 2. der Zahl der Atome pro Volumeinheit der zerstreuen Substanz; 3. der Schichtdicke d der letzteren (solange d klein ist); 4. dem Quadrat der Kernladung E ; 5. dem umgekehrten Quadrat der kinetischen Energie der α -Partikel. Mit Hilfe des 4. Resultats war es möglich, aus dem vorliegenden experimentellen Material die Kernladungen $E = ze$ zu berechnen, und es ergab sich in Übereinstimmung mit Thomson, daß z ungefähr der Hälfte des Atomgewichtes M gleich ist:

$$z = \frac{M}{2} \dots \dots \dots (10)$$

Durch erneute Versuche von Geiger und Marsden (1913) wurden die Rutherford'schen Folgerungen in allen Einzelheiten geprüft und als mit der Erfahrung übereinstimmend befunden. Die plötzlichen Ablenkungen nach dem Zusammenstoß werden besonders augenfällig in Gasen. Es gelingt hier nämlich nach einer von C. T. R. Wilson angegebenen Methode, den Weg der α -Teilchen sichtbar zu machen und zu photographieren (Fig. 2). Man bemerkt gegen das Ende der sichtbaren Bahn (Reichweite) einzelner Teilchen, wo ihre Geschwindigkeit bereits geschwächt ist, einen mehr oder minder scharfen Knick, welcher eben das Resultat eines besondern zentralen Zusammentreffens mit einem Gasatom ist.

Auf diese Weise gelangt man zur „Kerntheorie der Atome“, die man auch als Sonnentheorie bezeichnen könnte: Das Atom besteht aus einem Kern, in dem die gesamte positive Ladung ($E = ze$) und nahezu die ganze Masse des Atoms konzentriert ist, und einer Wolke von z Elektronen, welche sich in engeren und weiteren Bahnen nach Art von Planeten um den Kern bewegen. Für das Verhalten eines solchen Sonnensystems gegenüber einem andern, d. h. für die chemischen Eigenschaften des Atoms ist in erster Linie die Verteilung der peripheren Elektronen maßgebend, ebenso wird das optische Spektrum im wesentlichen durch die Peripherie bestimmt. Aber auch von den inneren Elektronen, die sich eng um den Kern bewegen, erhalten wir Kenntnis durch die

Röntgenspektren der Elemente, worauf wir noch in § 14 zu sprechen kommen.

Die Differenz der Atomgewichte benachbarter Elemente im periodischen System beträgt im Durchschnitt zwei Einheiten, dem entspricht nach der ungefähren Beziehung (10) eine Zunahme der Kernladung z um eine Elementareinheit beim Übergang von einem Element zum nächsten. Es liegt die Auffassung nahe (van den Broek 1913), daß die Stellung im periodischen System nicht durch das Atomgewicht, sondern durch die Kernladung, oder wie man sich vielfach ausdrückt, die Ordnungszahl z des Elementes bestimmt wird. Man braucht dazu nur anzunehmen, daß durch die Kernladung bereits die ganze Verteilung der Elektronen um den Kern und der Charakter ihrer Bahnen bestimmt ist, was, wie wir gesehen haben,



Fig. 2.

alle chemischen und physikalischen Eigenschaften des Atoms festlegt. Das Atomgewicht läuft nur ungefähr der Ordnungszahl parallel, und daraus erklärt es sich, daß an verschiedenen Stellen des periodischen Systems ($Ar-K$, $Co-Ni$, $Te-I$) die Reihenfolge der Atomgewichte dem chemischen Verhalten nicht entspricht. Der einwandfreie Beweis, daß die Kernladung der Atome von Stelle zu Stelle im periodischen System um eine Einheit zunimmt, wurde indessen erst später mit Hilfe der Röntgenspektren (vgl. § 14) erbracht. Nach unseren heutigen Kenntnissen besteht Wasserstoff aus einem einwertigen Kern ($z=1$) und einem Elektron, Helium aus einem zweiwertigen Kern ($z=2$) und zwei Elektronen usw. bis zum Uran, welchem die Ordnungszahl $z=92$ entspricht. Im ganzen sind uns

noch sechs Elemente (Ordnungszahlen: 43, 61, 72, 75, 85, 87) unbekannt.

Aus den Messungen über die Ablenkbarkeit der α -Strahlen konnte Rutherford auch eine obere Grenze für die Dimensionen des Kernradius angeben, der sich (für Gold) zu $3 \cdot 10^{-12}$ cm ergab¹). Das ist im Verhältnis zur Größenordnung des Atoms (10^{-8} cm) eine so kleine Größe, daß man den Kern für die Berechnung der von ihm ausgehenden Kraftfelder als punktförmig ansehen kann. Trotzdem zwingen uns die radioaktiven Erscheinungen, dem Kern der schweren Elemente eine mehr oder weniger komplexe Struktur zuzuschreiben: Bekanntlich entsteht ein neues Element aus einer radioaktiven Muttersubstanz, entweder durch Aussendung eines α -Strahls (Heliumkern) oder eines β -Strahls (Elektron). Der Chemismus der entstehenden Produkte wird von der Fajans-Soddischen Regel (1913) beherrscht, nach welcher bei allen α -Umwandlungen eine Verschiebung zu der zweitniedrigeren Gruppe des periodischen Systems, bei allen β -Umwandlungen zur nächsthöheren Gruppe stattfindet. Vom eben dargelegten Standpunkt kann man das auch so aussprechen: Bei einer α -Umwandlung nimmt die Kernladung um zwei Einheiten ab, bei einer β -Umwandlung um eine Einheit zu. Diese Verhältnisse erklären sich zwanglos durch die Annahme, daß sowohl die α -Strahlen (die zwei positive Elementarladungen tragen) wie die β -Strahlen (mit einer negativen) aus dem Kern stammen. Der Kern ist demnach wenigstens in radioaktiven Atomen ein komplexes Gebilde, zu dessen Bausteinen Elektronen und Heliumkerne gehören.

II. Abschnitt.

Systeme mit einem Freiheitsgrad.

§ 7. Anwendung der Wirkungsquanten auf das Rutherfordsche Atommodell. — Die Anwendung der Quantenlehre auf die Atomistik verdanken wir dem jungen dänischen Physiker Niels Bohr (1913). Seine Theorie verwerft in einer äußerst geschickten Art die in den §§ 2—6 besprochenen Elemente und trifft in so weitgehender Weise das Richtige, daß man sie als Markstein und Wendepunkt der ganzen Atomlehre bezeichnen kann. Der Planckschen Quantentheorie wurde durch sie ein neues, weites Anwendungsgebiet eröffnet, auf welchem wir trotz der Kürze der seither verflossenen Zeit schon über eine Reihe gesicherter theoretischer Kenntnisse verfügen.

Nach § 6 besteht das Wasserstoffatom aus einem einwertigen Kern und einem Elektron. Wir wollen ein etwas allgemeineres Gebilde ins Auge fassen, nämlich einen Kern von der Ladung $+ze$, um welchen ein einziges Elektron kreist (Fig. 3a). Man nennt ein solches System „wasserstoffähnlich“; wenn z von 1 verschieden ist, entspricht es nicht dem Normalzustand irgend

eines Atoms, denn um elektrisch neutral zu sein, fehlen ihm $z-1$ Elektronen. Es ist also ein Atom, von dem $z-1$ Elektronen abgetrennt sind, oder, wie man sagt, ein $(z-1)$ -fach ionisiertes Atom. Wir wollen versuchen, in ähnlicher Weise, wie wir dies in §§ 2, 3 für den linearen Resonator getan haben, aus allen mechanisch möglichen Bewegungen des Elektrons nur gewisse quanten theoretisch zulässige herauszufinden. Dabei ergibt sich jedoch gegenüber dem dort betrachteten Fall ein wesentlicher Unterschied: In beiden Fällen geben die von einer elektrischen Ladung ausgeführten Schwingungen zu einer Ausstrahlung von Energie Veranlassung. Während aber bei quasi-elastischer Bindung die Bewegung des Elektrons mit konstanter, vom Energieinhalt unabhängiger Schwingungszahl erfolgt, ist dies bei Newtonschen Kräften nicht der Fall, der Energieverlust ändert vielmehr mit den Dimensionen der Bahn auch alle übrigen Konstanten der Bewegung. Um diese Schwierigkeit hinwegzuräumen, setzt sich Bohr in bewußten Gegensatz zur Elektrodynamik: er nimmt einfach an, daß in den quantenmäßig ausgezeichneten („statischen“) Bahnen, auf die es uns schließlich ankommt, Strahlung nicht stattfindet, daß aber trotzdem

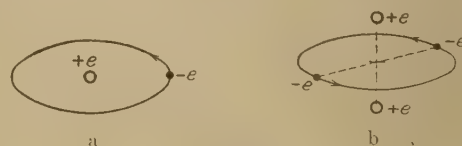


Fig. 3.

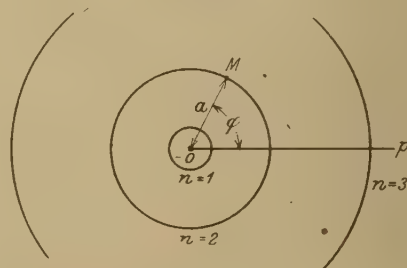


Fig. 4.

die wechselseitige Anziehung von Kern und Elektron nach den Gesetzen der Elektrostatik vor sich geht. Die große Kühnheit dieser Annahme wird durch den glänzenden Erfolg gerechtfertigt.

Von diesem Standpunkt ist die Bewegung eines einzelnen Elektrons um einen Kern periodisch, und es ist nicht schwer, die Plancksche Bedingung (56) auf diesen Fall anzuwenden, wenn man ihn dadurch zu einem System mit einem Freiheitsgrad macht, daß man nur kreisförmige Bahnen in Betracht zieht¹). Die Lage M des Planeten auf dem Kreise ist dann nämlich durch eine einzige Koordinate bestimmt, als welche wir z. B. den Winkel φ wählen können, den der Fahrstrahl zum Elektron mit einer festen Richtung op einschließt (Fig. 4). Dabei überwiegt die

¹) Aus weniger sicheren Voraussetzungen berechnet C. G. Darwin für Wasserstoff und Helium als obere Grenze des Radius $1,7 \cdot 10^{-13}$ cm.

¹) Bohr hatte bereits einen Vorläufer in Nicholson (1912).

Masse des Kerns diejenige des Elektrons (μ) in solchem Maße, daß man mit guter Annäherung den Kern als unendlich schwer ansehen und ihn durch ein festes Anziehungszentrum ersetzen kann. Mit dieser Annäherung wollen wir uns in diesem und dem nächsten §§ begnügen, und auf die Mitbewegung des Kerns erst in § 10 eingehen.

Es sei a der Radius der Kreisbahn, welche das Elektron um das feste Zentrum beschreibt und v die Geschwindigkeit in derselben, es sei ferner wie früher $-e$ die (negative) Ladung des Elektrons, die positive des Kerns $+e$. Bei Kreisbewegung muß die Zentrifugalkraft der Newtonschen Anziehung gerade die Wage halten, was zu folgender Beziehung zwischen Radius und Geschwindigkeit führt

$$\frac{\mu v^2}{a} = \frac{e^2}{a^2}, \text{ oder } \mu v^2 = \frac{e^2}{a} \dots (11)$$

Mit Hilfe dieser Gleichung erhält man für die Gesamtenergie A des Elektrons, die sich aus kinetischer und potentieller Energie zusammensetzt

$$A = \frac{1}{2} \mu v^2 - \frac{e^2}{a} = -\frac{e^2}{2a} \dots (12)$$

während sich für die Winkelgeschwindigkeit

$$\dot{\varphi} = \frac{v}{a} = e \sqrt{\frac{1}{\mu a^3}} \dots (13)$$

ergibt.

Nach der gewöhnlichen Mechanik sind alle Werte des Radius a und daher nach (12) auch (alle negativen) der Energie möglich. Wir wollen nun die Plancksche Quantenbedingung

$$\int p dq = n h$$

anwenden, um unter diesen Bahnen eine Auswahl zu treffen. Die Lagenkoordinate (q) ist hier der Winkel φ , und der ihm zugeordnete Impuls p_φ ist nach den Regeln der Dynamik das sogenannte *Winkelmoment der Bewegungsgröße* $p_\varphi = \mu a v$, also eine konstante Größe. Die Integration ist über den ganzen Variabilitätsbereich der Veränderlichen φ zu erstrecken, also von 0 bis 2π . Hiernach erhält man

$$n h = \int_0^{2\pi} p_\varphi d\varphi = 2\pi p_\varphi = 2\pi \mu a v \dots (14)$$

Aus dieser Gleichung und der Beziehung (11) gewinnt man durch Eliminieren von v

$$a_n = \frac{h^2}{4\pi^2 \mu e^2} n^2, \dots (15)$$

und das liefert in (12) und (13) eingesetzt

$$A_n = -\frac{2\pi^2 \mu e^4}{h^2} \frac{1}{n^2}, \quad \dot{\varphi}_n = \frac{8\pi^3 \mu e^4}{h^3} \frac{1}{n^3} \dots (16)$$

Wir haben also aus allen mechanisch möglichen a und A eine Reihe *diskreter* quantenmäßig zulässiger Werte ausgewählt. D. h. das Elektron kann nicht in jeder beliebigen Entfernung vom Kern kreisen, sondern nur in einer der durch den Ausdruck (14) definierten statischen Bahnen. Wir sehen, daß mit wachsender Quantenzahl n die Abstände benachbarter statischer Bahnen im-

mer größer werden (die ersten Bahnen sind in Fig. 4 eingezeichnet). Umgekehrt ist es mit den statischen Energiestufen (15); diese liegen mit wachsendem n immer dichter und häufen sich gegen den Wert $A=0$ (d. h. $a=\infty$).

§ 8. *Die Bohrsche Frequenzbedingung.* — Die Bewegung des Elektrons in einer statischen Bahn, welche nach Obigem *ohne Energieabgabe* vor sich geht, bildet nach dem Gedanken von Bohr einen Normal- oder Gleichgewichtszustand des Atoms. Wird es durch irgend eine Störung aus einer solchen Bahn geworfen, so trachtet es, sofort auf einer andern ins Gleichgewicht zu kommen. Diese Endbahn muß natürlich eine kleinere Energie haben als der Anfangszustand, da ein System ohne äußere Einflüsse nur Energie* (durch Strahlung) abgeben, nicht aber gewinnen kann. Bohr macht die Annahme, daß ein Atom nur während eines solchen Überganges des Elektrons von einer statischen Bahn auf eine andere zu strahlen vermag, und es entsteht die Frage, wodurch dabei die Wellenlänge der ausgesandten Strahlung bestimmt wird. Stellt man sich auf den in § 4 skizzierten Wien-Starkschen Standpunkt, so ist für die emittierte Schwingungszahl die verfügbare Energie maßgebend. Wenn man also die Energien der Anfangs- und Endbahn mit A_m und A_n bezeichnet, erhält man in Analogie mit der Gleichung (6)

$$c h \nu = A_m - A_n \dots (17)$$

Das ist in der Tat die zweite Hypothese, welche Bohr neben der Planckschen Quantenbedingung in seiner Theorie benutzt¹⁾. Wir wollen sie im Folgenden als „Bohrsche Frequenzbedingung“ bezeichnen.

Man sieht, daß diese Hypothese auch dem Ritzschen Kombinationsprinzip § 5 gerecht wird und eine zwanglose physikalische Deutung desselben enthält. In der Tat stellt sich eine Schwingungszahl nach Formel (16) als Differenz zweier Terme dar, welche physikalisch die Energien zweier statischer Bahnen bedeuten. Da der Übergang eines Elektrons zwischen zwei beliebigen statischen Bahnen (in Richtung abnehmender Energie) möglich sein soll, so kann man auch jeden Term mit jedem anderen kombinieren.

§ 9. *Erklärung der einfachsten Seriengesetze.* — Wenden wir uns wieder dem Falle des wasserstoffähnlichen Atoms zu, so brauchen wir nur den bereits gefundenen Ausdruck (15) für die Energie in (16) einzusetzen, um die Darstellung einer Anzahl der in § 5 erwähnten Serien zu erhalten:

$$\nu = \frac{2\pi^2 \mu e^4}{h^3 c} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = N \kappa^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \dots (18)$$

Wenn man $n=2$ setzt, stimmt dies der Form nach mit der Balmerschen Formel (7) überein.

¹⁾ Es liegt uns fern, zu behaupten, daß Bohr die Arbeiten von Wien und Stark wirklich gekannt und benutzt hat. Wir hielten es jedoch für zweckmäßig, in unserer Darstellung an bereits vorhandene Anschauungen anzuknüpfen.

Aber auch numerisch erweist sich der Faktor N mit der Rydbergschen Konstanten übereinstimmend, wenn man für die Konstanten μ , e , h die genauesten zurzeit aus anderen Erscheinungen bekannten Werte einsetzt. Am besten verfährt man dabei in der Weise, daß man N so schreibt:

$$N = \frac{2\pi^2 \mu e^4}{h^3 c} = \frac{2\pi^2}{c} \cdot \frac{\mu}{e} \cdot \left(\frac{e}{h}\right)^3 \dots \quad (18)$$

Die Verhältnisse $\frac{e}{\mu}$ ($= 5,2908 \cdot 10^{17}$, Fortrat 1912) und $\frac{h}{e}$ ($= 1,370 \cdot 10^{-17}$, Warburg und Müller 1915) lassen sich nämlich viel genauer bestimmen, als die Konstanten selbst. Das ergibt für N den numerischen Betrag

$$N = 110\,100,$$

der auf etwa 1,5 % genau sein müßte; wir sehen, daß er wirklich mit dem experimentellen (§ 5) 109 677,69 innerhalb der angegebenen Genauigkeitsgrenze übereinstimmt. Gegenwärtig verfährt man umgekehrt und benutzt die optischen Daten zur schärfsten Bestimmung der Universal-konstanten (vgl. § 13).

Der Kern des Wasserstoffatoms ist einwertig, daher hat man für dieses Gas in (17) $\kappa=1$ zu setzen, und diese Formel ergibt für $n=1$, $n=2$, $n=3$ die drei Serien (7b), (7), (7a) des Wasserstoffs. D. h. die Linien der ultraroten Ritz-Paschenschen Serie werden beim Überspringen des Elektrons aus irgendeiner äußeren Bahn ($m=2, 3, 4 \dots$) in die *erste*, dem Kern nächste ($n=1$) emittiert. Die Linien der Balmerserie entstehen während des Übergangs in die *zweite* statische Bahn, die der ultravioletten Lymanschen Serie während des Überganges in die *dritte*.

Ein solcher Mechanismus der Entstehung der Linien macht es verständlich, warum in Geißleröhren nur die 12 ersten Linien der Balmerserie zu beobachten sind: Für das Auftreten der zur Ordnungszahl m gehörenden Linie ist es Vorbedingung, daß in einem Bruchteil der Atome das Elektron in der m -ten Bahn kreist. Es können sich aber offenbar um so leichter Bahnen von großem Radius ausbilden, je weniger dicht das Gas ist, je seltener also die Sphäre eines Atoms von benachbarten Atomen und Molekülen gestört wird. Es ist daher anzunehmen, daß der Gasdruck in den Teilen der Fixsternatmosphäre, welche 29 Linien aussenden, wesentlich kleiner ist als der in Geißleröhren gebräuchliche Druck.

§ 10. *Mitbewegung des Kerns.* — Wir haben bereits in § 7 erwähnt, daß andere Atome als die des Wasserstoffs nur in ionisiertem Zustande die Voraussetzungen der Formeln (15) und (17) erfüllen. Z. B. würde sie für *einfach ionisiertes Helium*, d. h. für ein Atom, das aus dem zweiwertigen Heliumkern ($\kappa=2$) und nur einem Elektron besteht, während das zweite abgetrennt ist, gelten. Man erhält in diesem Falle aus (17)

$$\nu = 4 N \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

was man auch so schreiben kann:

$$\nu = N \left(\frac{1}{\left(\frac{n}{2}\right)^2} - \frac{1}{\left(\frac{m}{2}\right)^2} \right).$$

Wir sehen, daß diese Formel die Serien (8a, b) des § 5 in sich enthält, welche dem Wasserstoff zugeschrieben wurden. In der Tat, für $n=3$ folgt der die Rydbergsche (8a) und Fowlersche (8b) Serie umfassende Ausdruck:

$$\nu = N \left(\frac{1}{1,5^2} - \frac{1}{\left(\frac{m}{2}\right)^2} \right), \quad m = 4, 5, 6, \dots \quad (19)$$

für $n=4$ eine Formel:

$$\nu = N \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\left(\frac{m}{2}\right)^2} \right), \quad m = 5, 6, 7, \dots \quad (20)$$

welche außer den Linien der Pickeringserie (8) für ganzzahlige m eine Reihe anderer ergibt, welche mit den Wasserstofflinien der Balmerserie (7) zusammenfallen und deshalb von *Pickering* nicht erwähnt wurden.

Daß die beobachteten Serien (8, 8a, b) ihre Entstehung nicht Wasserstoff, wie man früher glaubte, sondern Helium verdanken, wie es die eben dargelegte Theorie fordert, hat sich vollauf bestätigt. Wir haben schon erwähnt, daß *Fowler* einen Zusatz von Helium zum Wasserstoff für die Erzeugung desselben unbedingt nötig fand; im Sommer 1914 konnten dann *Paschen* und *Bartels* diese Linien in reinem Helium beobachten. Aber schon *Bohr* selbst hat auf einen Umstand hingewiesen, der einen noch schlagenderen Beweis für die Richtigkeit seiner Auffassung beibringt: Wir wissen bereits, daß die Linien der Fowlerschen Serie der Formel (8b) nicht ganz streng genügen, *diese Abweichung erklärt sich vollständig, wenn man die Rechnung etwas strenger durchführt und die Mitbewegung des Kerns berücksichtigt.*

In Wirklichkeit ist der Kern kein festes Zentrum, sondern hat eine endliche Masse M , weshalb Elektron und Kern Kreise um ihren gemeinsamen Schwerpunkt beschreiben. Die Radien der beiden Bahnen verhalten sich bekanntlich umgekehrt proportional den Massen μ und M . In die Quantenbedingung (11') ist nunmehr an Stelle von p_φ die Summe der Winkelmomente der Bewegungsgrößen von Kern und Elektron einzuführen, und man erhält nach einer analogen Zwischenrechnung für die Energie die gleiche Formel (17), in der jedoch die Größe N nicht mehr durch den Ausdruck (18) gegeben ist, sondern auch von M abhängt:

$$N = \frac{2\pi^2 \mu e^4}{h^3 c} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\mu}{M}} \dots \quad (21)$$

Bezeichnen wir den früheren Ausdruck, den wir erhielten, indem wir die Masse M als unend-

lich groß gegen μ ansahen, mit N_∞ , so schreibt sich:

$$N = \frac{N_\infty}{1 + \frac{\mu}{M}} \dots \dots \dots (21)$$

Demnach ist die Rydbergsche Zahl streng genommen keine universelle Konstante, sondern wechselt, wenn auch sehr schwach, von Element zu Element. Die größten Abweichungen von N_∞ finden gerade für Wasserstoff und Helium statt, da für diese beiden Elemente das Verhältnis μ/M den größten numerischen Wert annimmt.

Die neuesten Messungen von *Paschen* (1916) ergaben die Rydbergsche Zahl

$$N_H = 109\,677,69, \quad N_{He} = 109\,722,14 \dots (22)$$

Setzt man e , h , M_H und M_{He} als bekannt voraus, so kann man mit Hilfe dieser Zahlen $e/\mu c$, μ/M_H und N_∞ berechnen. Man erhält $e/\mu c = 1,76 \cdot 10^7$, $M_H/\mu = 1844$, $N_\infty = 109\,737,16$.

Der beste, direkt experimentell (aus Messungen am Zeemaneffekt) gefundene Wert für $e/\mu c$ ist, wie bereits erwähnt, $1,76 \cdot 10^7$, die Übereinstimmung also eine vollständige.

Dieser neue Triumph der Bohrschen Theorie war auf das Urteil der Fachgenossen von entscheidendem Einfluß. Früher verhielt sich die Mehrzahl derselben reserviert; man gab allgemein zu, daß es *Bohr* gelungen war, die Rydbergsche Konstante aus den Universalgrößen e , μ , h aufzubauen, glaubte aber, daß sein Atommodell dabei eine mehr zufällige Rolle gespielt habe, und hielt dessen Leistungsfähigkeit mit diesen Ergebnissen für erschöpft. Daß man durch Steigerung der Genauigkeit der Rechnungen neue wichtige Resultate erzielen kann, zeigte, daß es sich nicht nur um eine oberflächliche Analogie handelt, und regte verschiedene Physiker an, es in der Atomtheorie mit noch tiefer gehenden Anwendungen der Himmelsmechanik zu versuchen.

Kurz erwähnen wollen wir noch, wie nach der Meinung von *Bohr* das Wasserstoffmolekül gebaut sein muß. Dasselbe (H_2) besteht aus zwei Atomen, enthält also zwei positive Kerne und zwei Elektronen. Die Anordnung dieser Bestandteile ist in Fig. 3b wiedergegeben: Die beiden Elektronen bewegen sich in einem (in der Figur ausgezogenen) Kreis um die Verbindungslinie der beiden Kerne als Achse. Die quantentheoretisch zulässigen Dimensionen des Moleküls lassen sich in derselben Weise berechnen, wie die des Atoms (§ 7), und man erhält für den Radius des innersten Kreises, den die Elektronen beschreiben können, und welcher dem Normalzustand des nicht leuchtenden Gases entspricht:

$$a' = 0,504 \cdot 10^{-8} \text{ cm}, \dots \dots \dots (23)$$

während Formel (14) für das Atom einen nur wenig verschiedenen numerischen Wert liefert:

$$a = 0,528 \cdot 10^{-8} \text{ cm}. \dots \dots \dots (23)$$

Der halbe Abstand zwischen den beiden Kernen verhält sich zum Radius a' wie $1:\sqrt{3}$.

Der Wert (23¹) steht in guter Übereinstim-

mung mit den Ergebnissen der kinetischen Gastheorie. Eine weitere Bestätigung des Bohrschen Molekelmodells verdanken wir *Debye* (1915), der die Dispersion eines aus solchen Gebilden bestehenden Gases untersuchte und beim Vergleich mit den an Wasserstoff gemessenen Dispersionswerten eine volle Übereinstimmung fand.

III. Abschnitt.

Systeme mit mehreren Freiheitsgraden.

§ 11. *Erweiterung der Quantenbedingungen auf mehrere Freiheitsgrade.* — Die Frage, wie die Plancksche Bedingung (5) auf Systeme mit mehreren Freiheitsgraden zu erweitern ist, wurde von *Poincaré* auf dem Brüsseler Quantenkongreß im Jahre 1911 aufgeworfen, aber erst vier Jahre später gleichzeitig von *M. Planck* und *A. Sommerfeld* bis zu einem gewissen Grade beantwortet. Während *Planck* dabei von allgemeinen statistischen Betrachtungen ausging, hatte *Sommerfeld* von vornherein die Anwendung auf das Bohrsche Atommodell im Auge. Da wir in den nächsten Paragraphen einige Spezialfragen besprechen wollen, für deren Behandlung sich die Sommerfeldschen Ansätze glänzend bewährt haben, schließen wir uns zunächst dieser Betrachtungsweise an. Auf *Plancks* nur formal von derselben verschiedene Theorie werden wir später (§ 16, 17) zurückkommen.

Sommerfeld ging von der Tatsache aus, daß die Linien der Balmerreihe nicht einfach sind, sondern bei Untersuchung mit Spektralapparaten von sehr starker Auflösung sich als mindestens doppelt erweisen. Da sich nach der Bohrschen Theorie (§ 8) eine Spektrallinie aus der Kombination zweier statischer Bahnen ergibt, schloß *Sommerfeld*, daß mehr statische Bahnen vorhanden sein müssen, als die Bohrsche Formel (17) angibt; und das veranlaßte ihn, auch die Möglichkeit elliptischer Bahnen in Betracht zu ziehen.

Unter der Wirkung eines Newtonschen Anziehungszentrums beschreibt ein Körper im allgemeinen eine Ellipse (*Keplerellipse*), in deren Brennpunkt sich das Zentrum befindet. Es handelt sich also darum, unter allen möglichen elliptischen Bahnen, welche ein Elektron nach der Mechanik beschreiben kann, die quantenmäßig zulässigen oder *statischen* herauszufinden. Eine Ellipse wird nun nach Größe und Gestalt durch zwei Konstanten (etwa große und kleine Halbachse) bestimmt, und daher braucht man, um sie festzulegen, auch zwei Quantenbedingungen. Es sei die Lage des Elektrons in der Bahnebene durch die Polarkoordinaten r , φ mit dem Kern (den wir wieder als festes Zentrum ansehen) als Ursprung bestimmt. *Sommerfeld* übernimmt nun die Quantenbedingung

$$\int p_\varphi d\varphi = n h, \dots \dots \dots (24)$$

die sich bei *Bohr* bewährt hatte, und ergänzt sie durch die analoge Beziehung

$$\int p_r dr = n' h, \dots (24)$$

unter p_r den dem Radiusvektor r zugeordneten Impuls verstanden („Was dem φ recht ist, ist dem r billig!“). Beide Integrale sind über sämtliche Punkte der Bahn, also über eine Periode der Bewegung zu erstrecken.

Allgemeiner, wenn ein System durch f Lagenkoordinaten q_1, q_2, \dots, q_f und f ihnen zugeordnete Impulse p_1, p_2, \dots, p_f bestimmt wird, muß man nach *Sommerfeld* f Bedingungen von der Form

$$\int p_i dq_i = n_i h, \quad i = 1, 2, 3, \dots, f. \quad (25)$$

ansetzen. Da p_i und dq_i stets das gleiche Vorzeichen haben, so folgt aus dieser Definition, daß die n_i stets positive ganze Zahlen sind.

Das Resultat, welches die Bedingungen (24), (24') für die Halbachsen der statischen Keplerellipsen ergeben, besteht in Folgendem:

$$a = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2} (n + n')^2, \quad b = a \frac{n}{n + n'}. \quad (26)$$

Bei gegebener Summe der Quantenzahlen $n + n'$ ist also a konstant, b veränderlich, und zwar ist das Verhältnis b/a ein echter Bruch mit

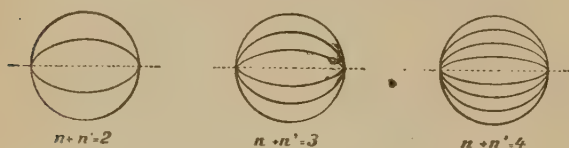


Fig. 5a, b, c.



Fig. 6a, b, c.

dem Nenner $n + n'$. Für die Werte der Quantensumme $n + n' = 2, 3, 4$ sind die möglichen Ellipsen in der Fig. 5 dargestellt. Dabei ist diejenige Bahn, welche in eine doppelt durchlaufene gerade Linie ausartet ($b = 0, n = 0$), punktiert angedeutet, denn in einer solchen Bahn müßte das Elektron mit dem Kern zusammenstoßen, und man kann sie daher als unmöglich ansehen. Deshalb ist die Zahl der wirklich zustandekommenden Bahnen in jedem Falle gleich $n + n'$. Es ist zu bemerken, daß die Ellipsen zum Kern in Wirklichkeit konfokal angeordnet sind (Fig. 6) und nicht konzentrisch, wie sie der Übersichtlichkeit wegen in der Fig. 5 eingezeichnet sind.

Der Zweck von *Sommerfeld* war also insofern erreicht, als er eine wesentlich größere Zahl von statischen Bahnen erhielt. Trotzdem war das Resultat zunächst eine Enttäuschung, denn die Vermehrung der Bahnen war von keiner Vermehrung der Energiestufen begleitet. Die Energie der Keplerellipse ist nämlich eine Funktion der großen Achse allein, also für sämtliche Bahnen

einer jeden unserer Figuren (5a, b, c) die gleiche. Sie drückt sich durch die Formel aus:

$$A = -\frac{2\pi^2 \kappa^2 \mu e^4}{h^2 (n + n')^2}, \dots (27)$$

welche bei ganzzahligen n und n' genau dieselben diskreten Werte ergibt, wie der Bohrsche Ausdruck $A = -2\pi^2 \kappa^2 \mu e^4 / h^2 n^2$.

Sommerfeld erhielt also dieselbe einfache Linienserie, die in Formel (17) enthalten ist, aber jede Linie entsteht bei ihm auf mehrfache Weise, aus mehreren verschiedenen Paaren statischer Bahnen. Sie enthält, sozusagen, mehrere zusammenfallende Freiheitsgrade. Erst durch Berücksichtigung der Veränderlichkeit der Masse des Elektrons als Funktion der Geschwindigkeit, wie sie die Relativitätstheorie fordert, ist es *Sommerfeld* gelungen, diese latenten Freiheitsgrade auseinander zu ziehen (§ 13) und eine glänzende Übereinstimmung mit der Erfahrung zu erzielen.

§ 12. *Bedingt periodische Bewegungen.* — In der Fassung der Quantenansätze, wie sie im letzten Paragraphen nach *Sommerfeld* gegeben wurde, blieben indessen noch einige Fragen offen. Schon bei periodischen Bewegungen, bei denen die Integration offenbar über eine Periode auszudehnen ist, war es nicht klar, welches von den vielen verschiedenen Koordinatensystemen, durch die man die Bewegung beschreiben kann, zu wählen ist. Bei nicht periodischen waren selbst die Grenzen der Integration unbekannt. Es bedeutete daher einen Fortschritt, als unabhängig *Schwarzschild* und der Verfasser (1916) den Begriff der „bedingt periodischen Bewegungen“ aus der Himmelsmechanik in die Atomistik übernahmen und für diese erweiterte Klasse von mechanischen Systemen die Sommerfeldschen Quantenansätze nach Wahl der Koordinaten und Integrationsgrenzen präzisierten.

Als „bedingt periodisch“ bezeichnet man mechanische Systeme, zu deren Bestimmung man die Koordinaten so auswählen kann, daß dieselben zwischen zwei festen Grenzen monoton hin- und herschwanken, oder, wie man sagt, *Librationen* ausführen. Das einfachste Beispiel einer solchen Bewegung ist die Überlagerung von zueinander senkrechten Sinusschwingungen:

$$x = x_0 \sin(\omega_x t + \delta_x), \quad y = y_0 \sin(\omega_y t + \delta_y),$$

wo x_0, y_0, ω und δ Konstanten bedeuten. Man sieht sofort, daß x im Laufe der Zeit t immer die Werte von $-x_0$ bis $+x_0$ (*Librationsgrenzen*) vorwärts und rückwärts durchläuft, ebenso y diejenigen zwischen $-y_0$ und $+y_0$. Sind die Frequenzen ω_x und ω_y inkommensurabel, so kommt die Bahnkurve (Fig. 7) jedem Punkte des zwischen den Librationsgrenzen eingeschlossenen Rechtecks beliebig nahe, oder, um einen mathematischen Ausdruck zu gebrauchen, sie erfüllt das Rechteck überall dicht.

Ein anderes Beispiel bietet der für die Sommerfeldsche Theorie wichtige Fall der relativistischen Keplerellipse. Wir haben bereits erwähnt,

daß die Masse des Elektrons streng genommen nicht konstant ist, sondern von der Geschwindigkeit abhängt. Die Form dieser Abhängigkeit wird durch die Relativitätstheorie festgelegt. Berücksichtigt man diesen Umstand, so ergibt sich für die Bewegung unter dem Einfluß eines Newtonschen Kraftzentrums eine Änderung: Die Bahn ist zwar wieder elliptisch, jedoch steht die Ellipse nicht fest, sondern ihre große Achse rotiert mit einer kleinen Winkelgeschwindigkeit in der Bahnebene um den Brennpunkt mit demselben Umlaufssinn, den das Elektron beim Beschreiben der Ellipse hat. Die Kurve, welche das Elektron dabei beschreibt, ist in Fig. 8 dargestellt. Hier variiert wiederum die Koordinate r zwischen den festen Librationsgrenzen r_1 und r_2 , die „zyklische“ Variable φ von 0 bis 2π . Das Ringgebiet $r_1 \leq r \leq r_2$ wird im allgemeinen von der Bahn überall dicht erfüllt.

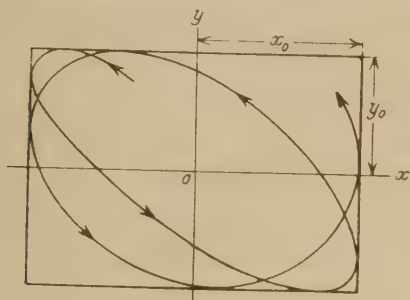


Fig. 7.

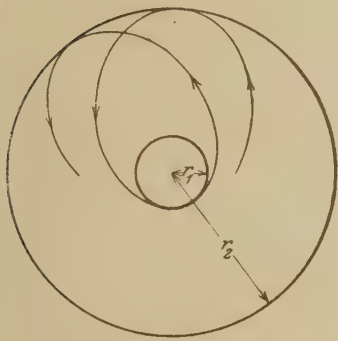


Fig. 8.

Vom mathematischen Standpunkt besteht das Charakteristikum der bedingt periodischen Bewegungen darin, daß, wenn man die Koordinaten in der eben angegebenen Weise wählt¹⁾, der einer jeden Koordinate q_i zugeordnete Impuls p_i nur von der Variablen q_i allein, nicht aber von den übrigen q abhängt:

$$p_i = p_i(q_i), \quad (28)$$

wobei p_i an den Librationsgrenzen ($q_i = a_i, q_i = b_i$) verschwindet.

Der Quantenansatz für bedingt periodische Systeme in der vom Verfasser ausgesprochenen Form besteht nun darin, daß man die Quanten-

¹⁾ Diese Wahl der Koordinaten ist im allgemeinen eindeutig.

integrale (25) über einen Abschnitt der Bahn zwischen zwei aufeinanderfolgenden Berührungen derselben Librationsgrenze erstreckt, oder, was dasselbe ist, zweimal von einer Librationsgrenze zur andern:

$$2 \int_{a_i}^{b_i} p_i dq_i = n_i h. \quad (29)$$

Ist die Koordinate zyklisch, wie der Winkel φ im Falle der relativistischen Keplerellipse, so muß man von 0 bis 2π integrieren:

$$\int_0^{2\pi} p_\varphi d\varphi = n_\varphi h. \quad (29')$$

Es läßt sich allgemein beweisen, daß diese Bedingungen, sofern ihnen sämtliche Freiheitsgrade unterworfen werden, die Energie als Funktion der Quantenzahlen n vollständig festlegen.

§ 13. Feinstruktur der Wasserstofflinien. — Als erste Anwendung der für bedingt periodische Systeme aufgestellten Regeln wollen wir das bereits im letzten § erwähnte Beispiel der relativistischen Keplerellipse besprechen¹⁾. Die Quantenbedingungen lauten hier gemäß den in Fig. 8 versinnlichten Verhältnissen

$$2 \int_{r_1}^{r_2} p_r dr = n' h, \quad \int_0^{2\pi} p_\varphi d\varphi = n h. \quad (30)$$

Durch Berücksichtigung der Relativität sind die Verhältnisse gegen diejenigen der in § 11 erörterten gewöhnlichen Keplerellipse nur wenig verschoben. Die Quantenbedingungen wählen also wieder aus allen mechanisch möglichen Bahnen eine Reihe „statischer“ aus, welche mit guter Annäherung durch die Ellipsen der Fig. 5 dargestellt werden. Zum Unterschied von jenem Fall sind jedoch die Energiestufen, welche zu den statischen Ellipsen derselben Figur gehören, nicht streng gleich, sondern um kleine Beträge voneinander verschieden. Der Näherungsausdruck für die Energie lautet nämlich²⁾:

$$A = -\frac{N h c \kappa^2}{(n + n')^2} - \frac{N h c \kappa^4 \alpha^2}{(n + n')^4} \left[\frac{1}{4} + \frac{n'}{n} \right]. \quad (31)$$

Mit α ist hier eine Konstante bezeichnet, welche sich aus den Universalkonstanten e , h und c auf folgende Weise zusammensetzt

$$\alpha = \frac{2\pi e^2}{h c} \quad (32)$$

Der physikalische Sinn dieser Zahl ist die (im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit gemessene) Geschwindigkeit, welche ein Elektron in der ersten ($n=1$) statischen Kreisbahn des Wasserstoff-

¹⁾ In Wirklichkeit wurde dieser Fall von Sommerfeld schon vor der Aufstellung der allgemeinen Quantenregeln (29), (29') für bedingt periodische Systeme behandelt.

²⁾ Es läßt sich auch der exakte Ausdruck für die Energie angeben, jedoch ist die Formel (31) für unsere Zwecke übersichtlicher.

atoms ($\kappa=1$) besitzt. Der numerische Wert des uns interessierenden Quadrats ist

$$\alpha^2 = 5,316 \cdot 10^{-5}$$

und daher ist das relativistische Korrektionsglied stets klein gegen den ersten Term des Ausdrucks (31).

Die Wirkung dieses Korrektionsgliedes ist offenbar eine doppelte, denn erstens ergibt sich eine allgemeine Erhöhung des absoluten Betrages der Energie für alle Ellipsen mit derselben großen Achse um den Wert

$$\frac{Nhc\kappa^4\alpha^2}{4(n+n')^4},$$

zweitens erhöht sich die Energie der verschiedenen Ellipsen um verschiedene dem Achsenverhältnis $\frac{n'}{n}$ proportionale Beträge

$$\frac{n' Nhc\kappa^4\alpha^2}{n(n+n')^4}.$$

Unter Heranziehung der Bohrschen Frequenzbedingung

$$h\nu = A_1 - A_2$$

erhalten wir demnach für die beim Übergang eines Elektrons aus einer statischen Bahn (m, m') in eine andere (n, n') ausgesandte Schwingungszahl

$$\nu = N\kappa^2 \left[\frac{1}{(n+n')^2} - \frac{1}{(m+m')^2} \right] + \frac{N\alpha^2\kappa^4}{4} \left[\frac{1}{(n+n')^4} \left(1 + \frac{4n'}{n} \right) - \frac{1}{(m+m')^4} \left(1 + \frac{4m'}{m} \right) \right]. \quad (33)$$

Bei kleinen Werten der Kernladung κ unterscheidet sich dieser Ausdruck nur wenig vom ersten Glied, welches nach § 9 die Formel der Balmerschen oder einer ähnlichen Serie liefert. Die Schwingungszahlen (33) gruppieren sich deshalb bei vorgegebenen Werten der Quantenzahlen eng um eine in der Formel (17) enthaltene Zahl und bilden die Feinstruktur einer wasserstoffähnlichen Linie.

Da es nach Fig 5 für ein vorgegebenes System von Zahlenwerten (n, n', m, m') $m+m'$ mögliche Anfangsbahnen und $n+n'$ Endbahnen gibt, so könnte eine wasserstoffähnliche Linie aus $(m+m') \cdot (n+n')$ Komponenten bestehen. Die Zahl der beobachteten Komponenten schien jedoch kleiner zu sein. Um eine Einschränkung herbeizuführen, ließ sich Sommerfeld durch den Gesichtspunkt leiten, daß die Quantenzahlen wesentlich positive Größen sind; es liegt daher nahe anzunehmen, daß bei Bohrschen Übergängen nicht nur ihre Summe abnehmen muß, sondern daß sie auch einzeln nicht wachsen dürfen. D. h., es soll nicht nur die Ungleichung $m+m' > n+n'$ bestehen, sondern auch

$$m \geq n, \quad m' \geq n'. \quad (34)$$

Fassen wir zum Beispiel die Grundlinie der Balmerserie (H_α)

$$\nu = N \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

ins Auge, so ist $m+m'=3, n+n'=2$. Es

wären daher a priori $2 \cdot 3 = 6$ Übergänge möglich, die jedoch durch die Ungleichungen (34) auf die 4 im folgenden Schema enthaltenen reduziert werden

$$\begin{array}{lcl} m=3, m'=0 & \searrow & n=2, n'=0 \\ m=2, m'=1 & \searrow & n=1, n'=1 \\ m=1, m'=2 & \searrow & \end{array}$$

In der Folge hat sich indessen gezeigt, daß die Sommerfeldschen Ungleichungen keine strenge, sondern nur eine angenäherte Gültigkeit haben. Auch die ihnen widersprechenden Linien treten unter Umständen (je nach der Erregungsart der Geißleröhre) auf, jedoch immer mit nur schwachen Intensitäten.

Auch für die Intensität der Komponenten gibt die Theorie gewisse Anhaltspunkte. Statistische Betrachtungen machen es plausibel, daß die Wahrscheinlichkeit einer elliptischen Bahn ihrem Achsenverhältnis $\left(\frac{n'}{n+n'} \right)$ proportional ist. Die Wahrscheinlichkeit eines Bohrschen Überganges wäre dann proportional dem Produkt der entsprechenden Zahlen für die Anfangs- und Endbahn, also

$$\frac{n'}{n+n'} \cdot \frac{m'}{m+m'}$$

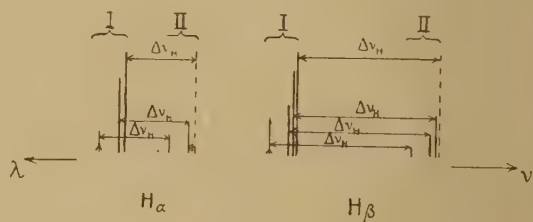


Fig. 9.

In der Tat folgt die Intensität der Komponenten ungefähr dieser Regel, wenn das betreffende Gas durch Funkenentladung zum Leuchten gebracht wird, während die Verhältnisse bei Gleichstrom etwas anders zu liegen scheinen.

In Fig. 9 sind die Komponenten der beiden ersten Linien (H_α und H_β) der Balmerserie ($n+n'=2$) nach Lage (in der Skala der Schwingungszahlen ν) und Intensität eingezeichnet. Die irrealen Linien, d. h. diejenigen, welche den Quantenungleichungen (34) widersprechen, sind dabei punktiert oder durch einen kurzen Pfeil angedeutet, die theoretisch zu erwartende Intensität ist durch die Länge des betreffenden Striches veranschaulicht. Charakteristisch für die Anordnung der Linien ist das Auftreten konstanter Abstände zwischen verschiedenen Linienpaaren. Dies rührt daher, daß für die eine mögliche Endbahn (Fig. 5), etwa $n=2, n'=0$, die Formel (33) $m+m'$ mögliche Werte von ν , je nach Wahl der Anfangsbahn (Fig. 5) ergibt. Für die zweite Endbahn ($n=1, n'=1$) erhält man $m+m'$ weitere ν , welche sich

von denen der ersten Gruppe bzw. nur um die Differenz des von n, n' abhängigen Korrektions-terms in beiden Fällen, also um die konstante Differenz

$$\Delta\nu_H = \frac{N\alpha^2}{16} \dots \dots \dots (35)$$

unterscheiden. Die Größe $\Delta\nu_H$ bezeichnet Sommerfeld als die *Schwingungsdifferenz des Wasserstoffdoubletts*, ihr numerischer Wert ist theoretisch nach den in §§ 5 und 13 angegebenen Werten von N und α^2

$$\Delta\nu_H = 0,364 \text{ cm}^{-1} \dots \dots \dots (35')$$

Beim Vergleich mit der Beobachtung ist indessen zu berücksichtigen, daß die in Fig. 9 dargestellten Strukturen auch bei Benutzung der stärksten optischen Mittel nicht vollständig aufgelöst werden können, sondern als einfache Doubletts erscheinen. Beim Wasserstoff sind nämlich die Komponenten etwas breit und verwaschen und die Abstände so eng, daß benachbarte Linien leicht ineinanderfließen. Was man also als Doublettbreite unmittelbar mißt, ist der *Abstand $\Delta\nu_H$ zwischen den Schwerpunkten* der beiden engen Liniengruppen. Mit Benutzung der theoretischen Intensitäten erhält man für H_α ($\lambda = 6562,8$)

$$\Delta\nu_H = 0,842 \Delta\nu_H = 0,307 \text{ cm}^{-1},$$

oder in Wellenlängen umgerechnet:

$$\Delta\lambda_H = 0,132 \text{ A.-E.}$$

Experimentell wurden die folgenden Werte gefunden:

	$\Delta\lambda_H$	$\Delta\nu_H$
Michelson	0,14 A.-E.	0,33 cm ⁻¹
Fabry und Buisson	0,132 "	0,307 "
Meißner.	0,124 "	0,289 "

Die Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert ist eine glänzende.

Günstiger für eine Prüfung der Theorie liegen die Verhältnisse bei den wasserstoffähnlichen Serien (vergl. §§ 5, 10) des ionisierten Heliums ($\kappa=2$). Denn erstens sind die Heliumlinien schärfer, zweitens ist infolge des Auftretens des Faktors κ^4 im Korrektionsglied der Formel (33) die Feinstruktur der Heliumlinien im Vergleich zu den analogen Linien des Wasserstoffs um das Sechzehnfache vergrößert. Diese Messungen sind von Paschen (1916) mit aller in der Gegenwart erreichbaren Genauigkeit ausgeführt worden. Fig. 10 gibt das theoretische Bild und den experimentellen Befund bei zwei verschiedenen Erregungsarten für die Grundlinie der Fowler'schen Serie ($\lambda = 4686$)

$$\nu = 4N \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right).$$

Betrachten wir die in der Figur versinnlichten Ergebnisse, so sehen wir, daß dieselben den theoretischen Erwartungen in allen Einzelheiten entsprechen. Unvorhergesehene Komponenten sind nicht vorhanden; es fehlen nur die den Quantenungleichungen widersprechenden Linien IIIa, b

bei Gleichstrom, und Id bei Funkenentladung; die Linie IIc ist nicht gemessen worden, weil sich eine schwache Linie zwischen zwei starken auf der photographischen Platte nicht feststellen läßt; einzelne eng benachbarte Liniengruppen fließen in der Beobachtung zusammen. Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung in dieser Figur ist geradezu das Glanzkapitel, der größte Triumph der Quantentheorie.

Nicht weniger gut ist die Übereinstimmung für die zweite Linie der Pickeringserie, wir wollen jedoch dieselbe übergehen und in Fig. 11 die Feinstruktur der dritten geben. Entsprechend den drei möglichen Endbahnen zerfallen hier, wie in Fig. 10, die Komponenten in drei Gruppen I, II, III, während jedoch dort die Gruppen I und II übereinandergreifen, sind sie hier vollständig ge-

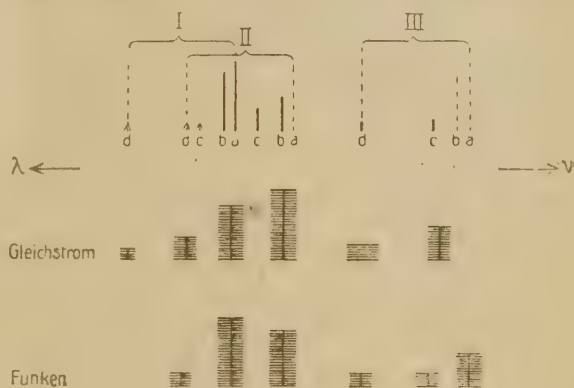


Fig. 10.



Fig. 11.

trennt und so eng, daß jede Gruppe in der Beobachtung als eine einzige breite Linie erscheint. Die f -Komponenten (welche übrigens teilweise den Ungleichungen (34) widersprechen), scheinen zu schwach für die Beobachtung zu sein.

Die Ausmessung aller dieser Feinstrukturen liefert als besten experimentellen Wert der Schwingungsdifferenz $\Delta\nu_H$

$$\Delta\nu_H = 0,3645 \pm 0,0045.$$

Die Spektroskopie liefert uns somit drei Größen, welche nach der Theorie aus den Universal-konstanten e, μ, h aufgebaut sind: nämlich die Rydbergsche Zahl N (§ 8), die Änderung der Rydbergschen Zahl von Element zu Element infolge der Mitbewegung des Kerns (§ 10) und die

Schwingungsdifferenz des Wasserstoffdubletts $\Delta\nu_H$. Aus den drei Gleichungen lassen sich die drei Unbekannten e , μ , h zahlenmäßig bestimmen, und zwar dürfte diese Art der Bestimmung bei der großen Genauigkeit der spektroskopischen Messungen schon gegenwärtig allen anderen Methoden ebenbürtig sein.

§ 14. *Spektre der Röntgenstrahlen.* — Über die Emission und Absorption der Röntgenstrahlen ist in den *Naturwissenschaften* (Bd. 5, S. 513, 532) ein ausführlicher Bericht aus der Feder des um die experimentelle Erforschung dieses Gebiets hochverdienten *M. Siegbahn* erschienen, so daß ich diesen Gegenstand nur kurz zu streifen brauche.

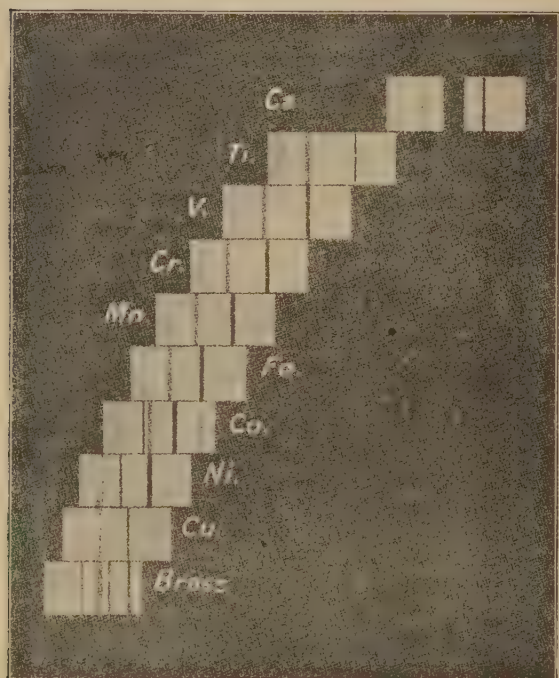


Fig. 12.

Nachdem durch die Entdeckung von *v. Laue*, *Friedrich* und *Knipping* die Möglichkeit einer Spektralanalyse im Gebiete der Röntgenstrahlen gegeben war, verdanken wir *Moseley* die ersten ausführlichen Untersuchungen über die Röntgenwellenlängen einer Reihe von Elementarstoffen. Die gemessenen Schwingungszahlen lassen sich in mehrere Serien einordnen, die man in der Reihenfolge abnehmender Schwingungszahlen (Härten) als *K*-Serie (Linien: K_α , K_β , . . .), *L*-Serie usw. bezeichnet hat. In Fig. 12 ist eine von *Moseley* gemachte Aufnahme der Linien K_α und K_β aufeinanderfolgender Elemente wiedergegeben. Das unterste Bild der Reihe bezieht sich auf Messing (Brass), eine Legierung von Zink und Kupfer. Daß sich hier die zwei *Zn*-Linien einfach den beiden *Cu*-Linien der nächsthöheren Aufnahme überlagern, beweist, daß die Röntgenspektren eine rein additive Eigenschaft des Atoms sind.

Die Lage der analogen Linien in dieser Figur zeigt einen parabolischen Verlauf. In der Tat konnte *Moseley* die Schwingungszahlen der K_α -Linie durch die Formel

$$\nu_K = N(\kappa - 1)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right],$$

diejenigen der L_α -Linie durch

$$\nu_L = N(\kappa - 7,4)^2 \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right]$$

darstellen, wobei κ die Wertigkeit des Kerns des entsprechenden Elementes bedeutet.

Dieses Ergebnis lehrt zweierlei: Erstens bestätigt sich die in § 6 dargelegte Auffassung, daß die Kernladung (im periodischen System) aufeinanderfolgender Elemente um eine Einheit zunimmt. Zweitens sind die Röntgenlinien K_α und L_α wasserstoffähnlich mit der kleinen Modifikation, daß nicht, wie in der Balmerreihe (7) bezw. (17), die ganze Kernladung κ wirksam, sondern ein Teil derselben, wie man sagt, „abgeschirmt“ ist.

Bei genauerer Betrachtung ergibt sich, daß diese Linien nicht einfach sind, sondern eine Feinstruktur besitzen. Theoretisch müßte man bei vollständiger Wasserstoffähnlichkeit bei der Linie L_α genau dieselbe Struktur wie in dem durch Fig. 9 versinnlichten Fall der H^α -Linie des Wasserstoffs erwarten, mit dem Unterschied, daß die Dimensionen derselben im Verhältnis $(\kappa - 7,4)^4$ vergrößert sind. In Wirklichkeit erhält man nur ein einfaches Dublett, dessen Schwingungsdifferenz allerdings zu demjenigen des Wasserstoffs im theoretisch richtigen Verhältnis

$$\Delta\nu = (\kappa - 7,4)^4 \Delta\nu_H$$

steht. Die Wasserstoffähnlichkeit ist also, wohl in Folge der komplizierteren Emissionsverhältnisse, eine beschränkte. Dagegen entspricht K_α den Erwartungen der Theorie vollkommen und gibt, da hier die Endbahn einfach ($n + n' = 1$ oder $n = 1$, $n' = 0$), die Anfangsbahn doppelt ist, ein einfaches gegen $\Delta\nu_H$ im Verhältnis $(\kappa - 1)^4$ verbreitertes Dublett.

Die Messungen wurden von *Siegbahn* und seinen Mitarbeitern für alle Elementarstoffe, soweit dies technisch möglich war, durchgeführt, und haben die Forderungen der Theorie bestätigt. Zur Illustration geben wir die nachstehende Fig. 13 wieder, welche das gesamte Beobachtungsmaterial der *K*-Serie zwischen Natrium ($\kappa = 11$) und Neodym ($\kappa = 60$) enthält. Als Ordinate ist $\sqrt{\nu} \cdot 10^{-4}$, als Abzisse κ aufgetragen. Der Verlauf der Quadratwurzel aus den Schwingungszahlen ist in Übereinstimmung mit der Theorie ein linearer. α_1 und α_2 bedeuten die beiden Komponenten der K_α -Linie, β_1 und β_2 sind die Siegbahnschen Bezeichnungen für K_β und K_γ . Auch die Schwingungsdifferenzen haben nach genauen Messungen den von *Sommerfeld* vorausgesehenen Verlauf, und das bedeutet eine scharfe Probe der Theorie, wenn man bedenkt,

daß Δv z. B. für $\kappa = 92$ (Uran, in der L -Serie gemessen) $(84,4)^4$, also rund 150 Millionen mal größer ist als für Wasserstoff. Es dürfte nicht viele Theorien geben, die eine derartige Extrapolation auszuhalten vermögen.

Daß die Röntgenspektren teilweise wasserstoffähnlich sind, erklärt man sich auf die folgende Weise. Kreist ein Elektron in der Nähe des Kerns, so üben die übrigen, welche sich in größerer Entfernung bewegen, eine sehr geringe, zu vernachlässigende Rückwirkung auf dasselbe aus, und die Verhältnisse liegen im wesentlichen so, als

Nach einer Arbeit von *Debye* und noch unveröffentlichten Untersuchungen von *Kroo* und *Sommerfeld* scheinen die Verhältnisse so zu liegen: Das Atom besteht, wie es schon *Bohr* angenommen hatte, aus dem Kern und einer Reihe konzentrischer mit Elektronen besetzter Ringe (Fig. 14). Den innersten bezeichnet man als K -Ring, den zweiten als L -Ring usw. Im Normalzustand haben diese Ringe eine ganz bestimmte Besetzung, z. B. haben wir in der Figur drei Elektronen im K -Ring und acht im L -Ring eingezeichnet. Die Vorbedingungen für Röntgen-

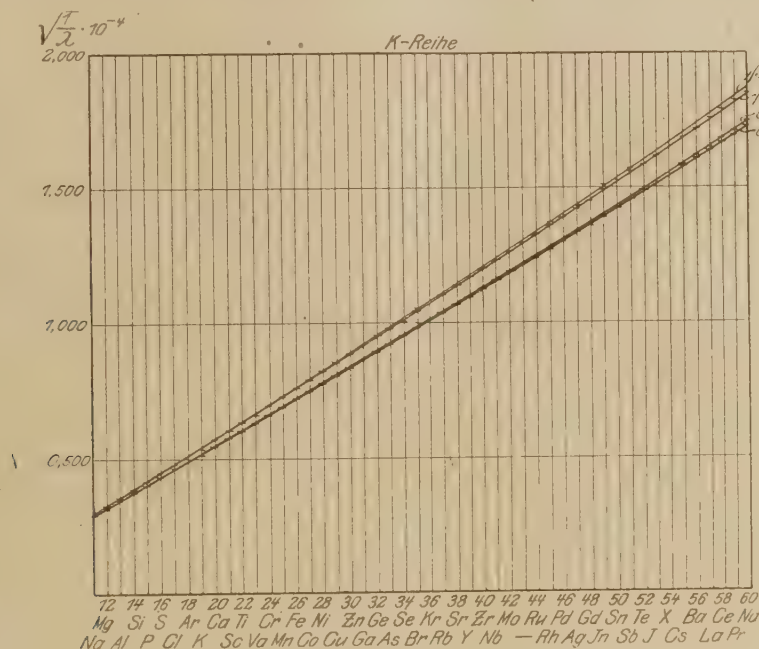


Fig. 13.

ob nur ein κ -wertiger Kern und ein einziges Elektron vorhanden wären, wie in der Theorie der §§ 7, 8 und 13 vorausgesetzt ist. Wie ist es aber zu deuten, daß ein Teil der Kernladung abgeschirmt erscheint? Eine mögliche Antwort auf diese Frage ist bereits bei *Bohr* gegeben: Stellen wir uns vor, daß nicht ein einzelnes Elektron, sondern mehrere auf einem Kreisring angeordnete Elektronen um den Kern rotieren. Alsdann wirkt der Anziehung des Kerns eine Abstoßung zwischen den Elektronen entgegen, welche sich gerade darin äußert, daß an Stelle von κ^2 ein kleinerer Faktor $(\kappa - \sigma)^2$ auftritt¹⁾. Daneben könnte man die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß einige etwa p Elektronen sich näher am Kern befinden als dasjenige, dessen Bewegung wir studieren wollen; der Komplex aus einem κ -wertigen positiven Kern und p Elektronen wirkt dann auf größere Entfernungen ungefähr wie ein Kern mit $\kappa - p$ positiven Ladungen.

¹⁾ Dabei kann jedes einzelne Elektron ev. auch eine elliptische Bahn beschreiben, aber die Elektronen eines Ringes müssen in jedem Augenblick die Eckpunkte eines regulären Vielecks bilden.

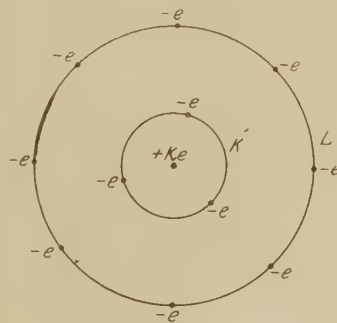


Fig. 14.

emission sind gegeben, wenn durch die Wirkung eines äußeren Einflusses (Kathodenstrahls) ein Elektron aus einem inneren Ring in einen äußeren versetzt wird, z. B. aus dem K -Ring in den L -Ring. Dann hätte der erstere ein Elektron zu wenig, der letztere ein überzähliges Elektron. Bei der Rückkehr des Elektrons in die Normallage auf dem innern Ring, welche unter Abgabe von Energie erfolgt, wird eine Röntgenwelle nach der Bohrschen Frequenzbedingung (16) ausgesandt.

Die Durchführung dieser Vorstellungen ist noch nicht abgeschlossen und deshalb läßt sich noch nicht sagen, welches die definitiven Zahlen der Ringbesetzungen im Normalzustand sein werden. Vorläufig scheinen die Resultate für die Zahlen der Fig. 14, drei und acht Elektronen in den beiden innersten Ringen, zu sprechen; jedoch ist es keineswegs ausgeschlossen, daß sich die durch die Chemie (periodisches System) nahegelegten Werte 2, 8, 8, 18, 18 usw.¹⁾ bestätigen werden.

§ 15. *Theorie des Starkeffekts.* — Bringt man ein strahlendes Atom in ein elektrisches Feld, so wird der Charakter der Emission durch das letztere verändert: Spektrallinien, die ohne Feld einfach erscheinen, werden in vielen Fällen durch die elektrische Kraft in mehrere Komponenten aufgespalten. Diese überraschende Entdeckung verdanken wir *Johannes Stark* (1913), weshalb der neue Effekt seinen Namen erhielt. Obwohl die Wirkung mittlerer Feldstärken keineswegs schwach ist, und zu ihrer Beobachtung keine extrem feinen optischen Hilfsmittel benutzt zu werden brauchen, lagen die Verhältnisse für eine zufällige Entdeckung der Erscheinung insofern sehr ungünstig, als es äußerst schwer ist, in einem leuchtenden Medium auch ein mittelstarkes elektrisches Spannungsgefälle aufrecht zu erhalten. Erst *Stark*, der nach diesem Effekt systematisch suchte, gelang es, die erwähnte Schwierigkeit durch eine sinnreiche Anordnung zu überwinden: Er brachte die verdünnte Gasschicht zwischen den Belegungen eines in einer Vakuumröhre befindlichen Kondensators durch hineintretende Kanalstrahlen zum Leuchten.

Auf diese Weise konnte er eine ganze Reihe von Substanzen untersuchen, für unsere Zwecke sind aber die sehr sorgfältigen Messungen, die er über die „elektrische Feinzerlegung“ der vier ersten Linien der Balmerreihe des Wasserstoffs (H_α , H_β , H_γ , H_δ) ausführte, von besonderer Wichtigkeit. Es zeigte sich, daß die Komponenten, in welche diese Linien aufgespalten werden, *symmetrisch* um die Normallage angeordnet sind, und daß die Aufspaltung *proportional zur elektrischen Feldstärke* mit derselben anwächst. Es wurde senkrecht zur Feldrichtung beobachtet, und bei dieser Anordnung erwiesen sich die Komponenten als *linear polarisiert*.

In den Tabellen I bis IV sind weiter unten die Stark'schen Resultate unter der Überschrift „gemessen“ zusammengestellt. Mit *p* sind die Komponenten bezeichnet, deren elektrischer Vektor *parallel* zur Feldrichtung schwingt, mit *s* diejenigen, bei welchen er *senkrecht* zur Feldrichtung orientiert ist. Unter $\Delta\lambda$ ist der Abstand der betreffenden Komponente (und der zu ihr symmetrischen) in Angströmschen Einheiten ein-

getragen, unter „Int.“ ihre relative Intensität, (fr. bedeutet „fraglich“), und zwar sind die Intensitäten nur innerhalb einer Spalte vergleichbar, und nicht von Spalte zu Spalte oder von Tabelle zu Tabelle. Die elektrische Feldstärke E , zu welcher die tabellierten Werte von $\Delta\lambda$ gehören, ist mit einiger Unsicherheit behaftet und wird von Stark auf 104 000 Volt/cm geschätzt. Eine

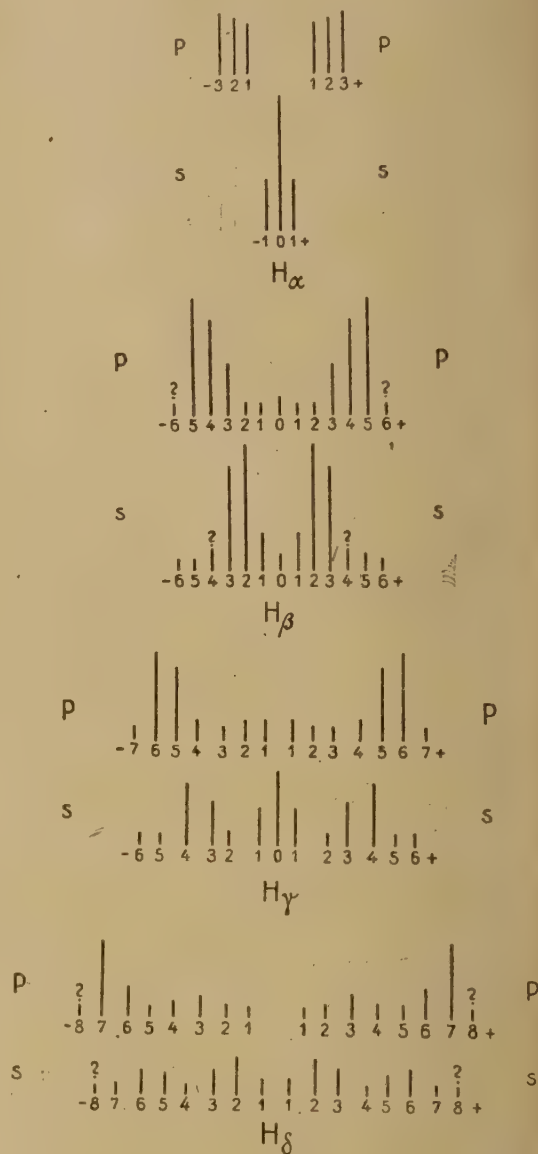


Fig. 15.

graphische Veranschaulichung des Aufspaltungsbildes bietet Fig. 15, in der die Intensität der Komponenten durch die Länge der entsprechenden Striche angedeutet ist, und diese, von der Normallage (0) ausgehend, der Reihenfolge nach nummeriert sind.

Die Theorie des Starkeffekts der Balmerreihe reduziert sich auf die Betrachtung der Bewegung eines wasserstoffähnlichen Atoms (§ 7) in einem

¹⁾ Vgl. *J. J. Thomson*, Korpuskulartheorie der Materie, 6. Kap. Braunschweig 1908; *N. Bohr*, Phil. Mag. 26, S. 857, 1913; *W. Kossel*, Ann. d. Phys. 49, S. 229, 1916.

homogenen elektrischen Felde. Diese Bewegung ist bei Vernachlässigung der Relativitätskorrektur eine bedingt periodische, und zwar sind es *parabolische Koordinaten*, welche die Darstellung der Impulse in der durch Gleichung (28) gegebenen Form bewirken¹⁾. Die Koordinatenflächen entstehen durch Rotation der Fig. 16 um die Gerade $\xi=0$, $\eta=0$ als Achse. Es sind also zwei Scharen von konfokalen Rotationsparaboloiden ($\xi=\text{const.}$ und $\eta=\text{const.}$) und die Meri-

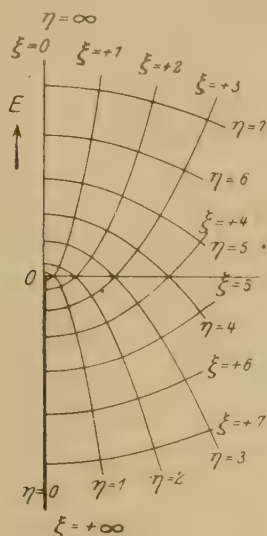


Fig. 16.

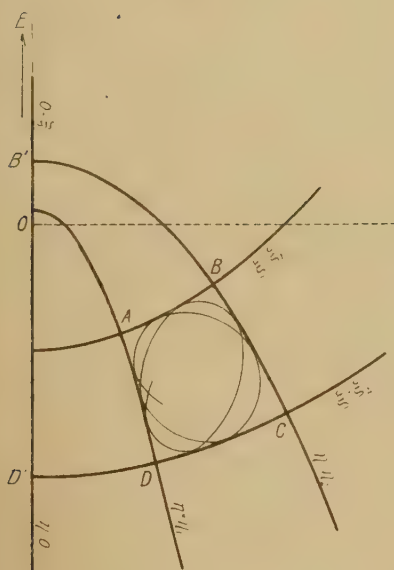


Fig. 17.

dianebenen ($\varphi=\text{const.}$ wenn man durch φ den Azimut oder Winkel, welchen die rotierende Ebene mit einer festen Lage einschließt, bezeichnet). Ein Punkt des Raumes ist demnach durch die Koordinaten ξ , η , ξ festgelegt.

Wir wollen von der Mitbewegung des Kerns absehen und ihn als festes Zentrum auffassen. Dann ist das Koordinatensystem so zu orientieren, daß der Kern mit dem Nullpunkt zusammenfällt und die Gerade $\xi=0$ die Richtung des elektrischen Feldes hat. Die Auflösung des Problems zeigt, daß die Bewegung des Elektrons in einem ringförmigen Raum eingeschlossen ist, welcher durch Drehung des krummlinigen Vierecks $A B C D$ (Fig. 17) um die Achse $\xi=0$, $\eta=0$ entsteht. Und zwar muß man sich das so vorstellen, daß das Elektron die ins Viereck eingezeichnete Kurve durchläuft, während gleichzeitig die Figur (mit variabler Winkelgeschwindigkeit) um die erwähnte Achse rotiert.

Die Lage der Librationsgrenzen (vgl. § 12) $\xi=\xi_1$, $\xi=\xi_2$, $\eta=\eta_1$, $\eta=\eta_2$, hängt natürlich von der Anfangslage und Anfangsgeschwindigkeit des Elektrons ab und ist für jeden individuellen Fall der Bewegung eine andere, so daß durch geeignete Wahl der Anfangsbedingungen den Größen ξ_1 , ξ_2 , η_1 , η_2 jeder beliebige Wert erteilt werden kann. Im Interesse des § 17 wollen wir drei Grenzfälle ins Auge fassen. Zunächst lassen wir η_1 mit η_2 und ξ_1 mit ξ_2 zusammenfallen; dann zieht sich das Viereck auf einen einzigen Punkt zusammen, und das Elektron bewegt sich in einer zur Feldstärke senkrecht stehenden *Kreisbahn*. Andererseits können wir $\xi_1=0$ und $\eta_1=0$ setzen, die Bahnkurve erfüllt dann das durch Rotation des Dreiecks $B' C D'$ entstehende Gebiet. Lassen wir nun auch noch ξ_2 immer kleiner und schließlich gleich Null werden, so wird das Elektron auf die Bewegung in einer geradlinigen Strecke beschränkt: Es pendelt im Halbstrahl $\xi=0$ zwischen den Punkten 0 und B' hin und her, weshalb ich diese Bahn als Pendelbahn bezeichnet habe. Den dritten ausgearteten Fall erhalten wir, wenn wir nicht ξ_2 , sondern η_2 zu Null abnehmen lassen; es ist die ganz analoge Pendelbahn im Halbstrahl $\eta=0$ zwischen den Punkten 0 und D' . Im Falle der Keplerellipse (ohne elektrisches Feld, § 11) haben wir den Fall der geradlinigen Bahn als unwahrscheinlich verworfen und dies Vorgehen durch den experimentellen Befund der Feinstrukturen gerechtfertigt gefunden. Die Pendelbahnen scheinen a priori ebenso unwahrscheinlich; merkwürdigerweise treten aber die zu ihnen gehörigen Komponenten im Starkeffekt auf, wenn auch durchweg mit äußerst geringer Intensität.

Im allgemeinen, nicht ausgearteten Fall der Bewegung haben wir nach (29), (29⁴) die Quantenbedingungen in folgender Form zu schreiben

$$2 \int_{\xi_1}^{\xi_2} p_{\xi}(\xi) d\xi = n_1 h, \quad 2 \int_{\eta_1}^{\eta_2} p_{\eta}(\eta) d\eta = n_2 h, \quad (36)$$

$$\int_0^{2\pi} p_{\varphi} d\varphi = n_3 h,$$

¹⁾ P. S. Epstein, Ann. d. Phys. 50, S. 489, 1916.

und aus diesen drei Beziehungen ergibt sich die Energie mit guter Näherung zu

$$A = -\frac{N\kappa^2 h c}{(n_1 + n_2 + n_3)^2} + \frac{3 h^2 E}{8 \pi^2 \kappa \mu e} (n_1 + n_2 + n_3) (n_1 - n_2).$$

Wie die Relativitätskorrektur, hat also auch ein elektrisches Feld die Wirkung, daß es die Zahl der Energiestufen vermehrt und daher, sozusagen, die in einer Spektrallinie vorhandenen, aber zusammenfallenden Freiheitsgrade (Entstehungsmöglichkeiten) auseinanderzieht und sichtbar macht.

Nach der Bohrschen Frequenzbedingung (16) erhält man für die Schwingungszahl gegenüber der Normallage (17) eine Verschiebung vom Betrag

$$\left. \begin{aligned} \Delta \nu &= -\frac{3 h}{8 \pi^2 \kappa \mu e c} E \cdot Z, \\ Z &= (m_1 + m_2 + m_3) (m_1 - m_2) \\ &\quad - (n_1 + n_2 + n_3) (n_1 - n_2) \end{aligned} \right\} \dots (37)$$

Wie früher beziehen sich die Quantenzahlen m und n auf Anfangs- und Endbahn, für welche bei Komponenten einer und derselben Linie resp. $m_1 + m_2 + m_3 = \text{const.}$ und $n_1 + n_2 + n_3 = \text{const.}$ gilt.

Aus der Struktur dieses Ausdrucks ersehen wir sofort zwei wichtige Eigenschaften des Stark-effekts wasserstoffähnlicher Linien: *Erstens* geht die Aufspaltung proportional mit der Feldstärke E , *zweitens* ist sie symmetrisch. In der Tat, vertauschen wir die numerischen Werte von m_1 und m_2 und gleichzeitig die von n_1 und n_2 , so wechselt Z das Vorzeichen; d. h. zu jedem positiven $\Delta \nu$ gibt es ein gleich großes negatives. Wir haben bereits erwähnt, daß Stark wirklich ein solches Verhalten der Wasserstofflinien festgestellt hatte.

Der numerische Wert des Koeffizienten ist für Wasserstoff ($\kappa = 1$) $6,43 \cdot 10^{-5}$, wenn E in volt/cm angegeben wird, und deshalb kann man für die Verschiebung einer Komponente in der Skala der Wellenlängen λ schreiben

$$\Delta \lambda = \lambda^2 \Delta \nu = 6,43 \cdot 10^{-5} \lambda^2 E \cdot Z \text{ cm.} \dots (38)$$

Die Auswahl der möglichen Werte von Z wird durch die Sommerfeldschen Ungleichungen (34) eingeschränkt, welche in diesem Falle lauten

$$m_1 \gg n_1, \quad m_2 \gg n_2, \quad m_3 \gg n_3, \dots (39)$$

Die Werte von $\Delta \lambda$, welche die Rechnung ergab, sind in den nachstehenden Tabellen zusammengestellt. Dabei wurde als Feldstärke für die Linien H_α und H_β 106 000, für H_γ 109 000 und für H_δ 110 000 volt/cm angenommen.

Tabelle I (H_α -Linie).

$$m_1 + m_2 + m_3 = 3$$

$$\lambda = 6562,8 \text{ \AA}$$

Z	Berechnet				Gemessen			
	$m_3 - n_3 = 2l$ $\Delta \lambda$	Q_m	$m_3 - n_3 = 2l + 1$ $\Delta \lambda$	Q_m	p-Komp. $\Delta \lambda$	Int.	s-Komp. $\Delta \lambda$	Int.
5	14,7	*			—			
4	11,7	1			11,5	1,2		
3	8,8	1			8,8	1,1		
2	5,9	1	5,9	*	6,2	1	—	
1	2,9	*	2,9	(1)	—		2,6	1
0	—		0	(1)			0	2,6

Tabelle II (H -Linie).

$$m_1 + m_2 + m_3 = 4$$

$$\lambda = 4861,3 \text{ \AA}$$

Z	Berechnet				Gemessen			
	$m_3 - n_3 = 2l$ $\Delta \lambda$	Q_m	$m_3 - n_3 = 2l + 1$ $\Delta \lambda$	Q_m	p-Komp. $\Delta \lambda$	Int.	s-Komp. $\Delta \lambda$	Int.
12	19,4	*	[19,4]	3	19,4	1	19,3	1
10	16,1	2	[16,1]	3	16,3	11,5	16,4	1,1
8	12,9	2	12,9	*	13,2	9,1	13,2	1,3
6	9,7	2	9,7	1	10,0	4,8	9,7	9,7
4	6,5	*	6,5	1	6,7	1	6,6	12,6
2	3,2	(2)	3,2	1	3,3	1,2	3,4	3,3
0	0	(2)	0	1	0	1,4	0	1,4

Tabelle III (H_γ -Linie).

$$m_1 + m_2 + m_3 = 5$$

$$\lambda = 4340,5 \text{ \AA}$$

Z	Berechnet				Gemessen			
	$m_3 - n_3 = 2l$ $\Delta \lambda$	Q_m	$m_3 - n_3 = 2l + 1$ $\Delta \lambda$	Q_m	p-Komp. $\Delta \lambda$	Int.	s-Komp. $\Delta \lambda$	Int.
21	28,0	*	—		29,4	1(fr.)		
20	—		[26,6]	4			26,3	1
18	23,9	3	—		23,9	10,8		
17	—		[22,7]	4			22,8	1,1
16	—		21,3	*			—	
15	20,0	3	—		19,9	7,2		
13	—		17,3	2			17,3	6,1
12	16,0	3	—		15,9	2,0		
11	14,4	*	—					
10	—		13,3	2			13,3	4,3
9	12,0	*	—					
8	10,6	2	—		10,6	1		
7	—		9,3	2			9,7	1,2
6	—		8,0	*			—	
5	6,7	2	—		6,6	1,5		
4	—		5,3	*			—	
3	—		4,0	(3)			3,9	3,6
2	2,7	2	—		2,6	1,6		
1	1,3	*	—		—			
0	—		0	(3)			0	7,2

Man sieht, daß die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Erfahrung eine vorzügliche ist. Die stärkeren Komponenten liegen genau an den berechneten Stellen, nur bei sehr schwachen Linien, deren Lage schwer zu messen ist, sind die Abweichungen mitunter etwas größer. Mit einem

Tabelle IV ($H\delta$ - Linie).

$$m_1 + m_2 + m_3 = 6, \quad \lambda = 4101,7 \text{ \AA}$$

Z	Berechnet				Gemessen			
	$m_3 - n_3 = 2l$	Q_m	$m_3 - n_3 = 2l + 1$	Q_m	p-Komp.	s-Komp.		
	$\Delta\lambda$		$\Delta\lambda$		$\Delta\lambda$	Int.	$\Delta\lambda$	Int.
32	38,1	*			37,5	1(fr.)		
30			[35,8]	5			34,8	1(fr.)
28	33,4	4			33,4	7,2		
26			30,9	*			30,4	1,3
24	28,6	4			28,6	2,8		
22			26,2	8			25,8	2,4
20	23,8	4			24,2	1,1		
18			21,3	3			21,2	2,0
16	19,1	3			19,6	1,2		
14			16,7	3			17,2	1
12	14,3	3			14,4	1,5		
10			11,9	(3)			11,9	2,1
8	9,5	2			9,6	1,2		
6			7,3	(3)			7,4	3,2
4	4,8	(4)			5,2	1		
2			2,4	(3)			2,4	1,3
0	0	(4)			—			

Sternchen (*) sind die Komponenten bezeichnet, die ihre Entstehung Pendelbahnen (als Anfangs- oder Endbahn) verdanken. Wir haben schon erwähnt, daß das Auftreten solcher Bahnen sehr unwahrscheinlich ist; man sieht, daß sie durchweg die schwächsten Komponenten ergeben, und bei den Linien H_α und H_γ zum größten Teil überhaupt nicht aufgenommen werden konnten. Von diesen Komponenten abgesehen, gibt es nur eine einzige theoretisch vorausgesehene, welche sich in den Starkschen Aufnahmen nicht findet ($H\delta$, $Z = 0$). Dagegen treten drei Linien auf, welche den Quantengleichungen (39) widersprechen, das sind die eingeklammerten $\Delta\lambda$ der Tabellen III und IV. Interessant ist, daß die zwei ersten Ungleichungen streng gelten und in keinem Falle durchbrochen werden, während die dritte, welche sich nach (36) auf den Azimut φ bezieht, wie es scheint, nur im groben richtig ist. Eine ähnliche Sonderstellung der azimutalen Quantenzahl konnte Sommerfeld am Bilde der Feinstrukturen bei Funkenerregung des Leuchtens feststellen.

Für die Polarisierungen ergibt sich eine sehr merkwürdige empirische Regel: Eine geradzah-
rige Differenz der azimutalen Quantenzahlen $m_3 - n_3$ führt auf parallele (p-) Polarisation, eine ungeradzah-
lige auf senkrechte (s-) Polarisation. Diese Regel gilt ausnahmslos, wenn uns auch jeder Anhaltspunkt zu ihrem Verständnis fehlt. Es scheint sogar, daß es nicht möglich sein wird, den Polarisationszustand aus den Orientierungen der Anfangs- und Endbahn zum elektrischen Feld zu erklären; denn beim Übergang des Elektrons zwischen zwei der vorhin erwähnten Kreisbahnen, die ja immer senkrecht zum Felde stehen, ergeben nach dieser Regel die Linien H_α und H_γ s-Komponenten, H_β und $H\delta$ p-Komponenten.

Für das Zustandekommen einer großen Intensität einzelner Komponenten glaube ich eine notwendige (aber nicht hinreichende) Bedingung darin zu erblicken, daß eine der Quantendifferenzen $m_1 - n_1$, $m_2 - n_2$, $m_3 - n_3$ möglichst groß sein muß. Aus diesem Grunde ist die größte dieser drei Differenzen unter Q_m in den Tabellen angegeben.

Jedenfalls bilden die besprochenen Ergebnisse der Theorie des Starkeffekts, neben der Sommerfeldschen Theorie der Feinstrukturen, einen der schlagendsten Beweise für die Richtigkeit der Planckschen Quantenlehre und der von Bohr gemachten Anwendung derselben auf die Atomistik.

IV. Abschnitt.

Struktur des Phasenraumes.

§ 16. Bedeutung der Planckschen Hypothese für die Statistik. — In der Darstellung der Anwendungen haben wir an die von Sommerfeld aufgestellte (§ 11), von Schwarzschild und dem Verfasser präzierte (§ 12) Fassung der Quantenbedingungen angeknüpft. Wir wollen jetzt auf die Form eingehen, in welcher Planck selbst diese Bedingungen für den Fall mehrerer Freiheitsgrade ausgesprochen hat, und zu diesem Zwecke zunächst die in § 3 gemachten Angaben über die „Hypothese der Wirkungsquanten“ durch einige Betrachtungen über ihre statistische Bedeutung ergänzen.

Der Grund, welcher Planck bewog, von der Auffassung der Energiequanten (§ 2) abzugehen, war ein Mißverhältnis zwischen dem elektrodynamischen und statistischen Teil der ersten Fassung seiner Theorie der schwarzen Strahlung. Während die Wechselwirkung zwischen Resonatoren und Strahlungsfeld nach den Gesetzen der Elektrodynamik vor sich gehen sollte, und daher ein Resonator jeden beliebigen Energiewert annehmen konnte, wurde bei den Betrachtungen über die Verteilung der zur Verfügung stehenden Energie auf die einzelnen Resonatoren die Annahme gemacht, daß nur diskrete Energiestufen, nämlich Multipla von $h\nu$, möglich seien.

An Hand der Fig. 1 können wir uns diesen Sachverhalt graphisch veranschaulichen: Wir wissen (§ 3), daß durch Angabe der Lage des Elektrons x (bzw. q) und des Impulses p der Zustand des linearen Resonators vollkommen bestimmt ist. Daher entspricht einem jeden solchen Augenblickszustand, den man nach Gibbs eine „Phase“ des Systems nennt, ein Punkt des (p, q) -Diagramms oder, wie man sagt, der „Phasenebene“. Mit der Zeit durchläuft der den Zustand eines Resonators repräsentierende Punkt eine Kurve, die „Phasenbahn“, welche, falls keine Energiezufuhr stattfindet, eine Ellipse ist (§ 3). Haben wir eine große Anzahl von Resonatoren, so entspricht einem jeden in jedem Augenblick ein Punkt des Diagramms und die Verteilung dieser Phasenpunkte gibt uns die Energieverteilung, wenn wir bedenken, daß die Energie in einem

Punkt durch die Bestimmungsstücke (nach §§ 2, 3 $A = b^2/2\mu$) der durch ihn hindurchgehenden Ellipse der konzentrischen Schar gegeben ist.

Das Ziel der statistischen Betrachtungen ist es, die Dichte, mit welcher die Punkte im Diagramm verteilt sind, oder die „Phasendichte“, zu ermitteln, und zwar für den *wahrscheinlichsten* Zustand des aus allen Resonatoren bestehenden Gesamtsystems, bei welchem sich die Resonatoren untereinander und mit der Strahlung im Gleichgewicht befinden.

Nach dem ersten elektrodynamischen Teil der Untersuchung kann nun jeder Energiewert vorkommen und deshalb müßte die Phasendichte *kontinuierlich* sein, d. h., es müßten in jeder Entfernung vom Nullpunkt Phasenpunkte liegen können. Auf der Mechanik und Elektrodynamik aufgebaute Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen sagen uns indessen noch mehr aus: es ist aus ihnen a priori gewiß, daß die Phasendichte eine *stetige* Funktion des Ortes sein muß, welche auf den elliptischen Kurven konstante Werte annehmend, sich stetig vom Nullpunkt nach außen hin ändert. Der genauere Verlauf dieser Funktion soll gerade im zweiten statistischen Teil aufgefunden werden. Aber in diesem war *Planck* gezwungen, anzunehmen, daß die Punkte in der Phasenebene *diskontinuierlich* verteilt sind und nur auf den diskreten, der Beziehung $A = h\nu$ genügenden (in Fig. 1 eingezeichneten) Kurven liegen können. Denn nur so war es möglich, zum richtigen Strahlungsgesetz zu gelangen.

Um diese Härten zu beseitigen und gleichzeitig die nötig gewordene Abänderung der Elektrodynamik auf ein Minimum zu beschränken, änderte *Planck* seine Hypothese insofern ab, als er annahm, daß zwar die *Absorption* des linearen Resonators nach den uns bekannten Gesetzen erfolgt, derselbe jedoch im allgemeinen nicht strahlen kann, d. h. daß er keine „Dämpfung“ besitzt.

Auf dem Gebiete der *Emission* läßt sich unser Vorstellungsvermögen einen quantenhaften Prozeß viel eher gefallen; es wird daher angenommen, daß Ausstrahlung nur in den Momenten stattfinden kann (aber nicht stattfinden muß), wenn die Energie des Resonators ein ganzes Vielfaches von $h\nu$ beträgt. Und zwar soll er dann auf einmal seinen gesamten Energieinhalt abgeben. Da jetzt die Elektrodynamik von vorn herein aufgegeben wird, so ist auch die Schlußfolgerung auf stetige Änderung der Phasendichte nicht mehr zwingend, aber mit Rücksicht auf die Absorptionsverhältnisse muß sie nach wie vor kontinuierlich sein. Statt der Annahme der diskontinuierlichen Verteilung der Wahrscheinlichkeit führt *Planck* deshalb die neue ein, daß sie zwar kontinuierlich, aber unstetig verteilt ist: Innerhalb der ringförmigen Gebiete vom Flächeninhalt $\Delta g = h$, welche durch die ausgezeichneten Kurven der Fig. 1 begrenzt werden, soll die Wahrscheinlichkeit oder, was dasselbe ist, die Phasen-

dichte konstant sein und nur an den Grenzkurven selbst zum nächsten Gebiet treppenartig abfallen (bzw. ansteigen). Für die schwarze Strahlung ergibt sich unter diesen Voraussetzungen dieselbe spektrale Verteilung wie unter den früheren.

Das Wirkungsquantum h erhält somit die Bedeutung des numerischen Betrages eines *Elementarbereiches der Wahrscheinlichkeit*, insofern als die Statistik zwischen verschiedenen Punkten eines solchen Bereiches Δg nicht unterscheidet.

Die „statischen“ Phasenbahnen repräsentieren nach der neuen Auffassung nicht mehr die einzigen möglichen Bewegungen, sondern sind nur insofern ausgezeichnet, als sie die Begrenzungen der Elementarbereiche darstellen. Eine interessante Folgerung aus diesen Hypothesen besteht darin, daß man den Resonatoren ihre Energie nicht vollständig entziehen kann, indem man sie mit Strahlung von sehr geringer Intensität (d. h. sehr tiefer Temperatur) ins Gleichgewicht setzt. Denn wenn sich alle Phasenpunkte, von welchen jeder einen Resonator darstellt, im innersten Elementarbereich befinden, so ist weitere Energieverminderung nicht möglich, da nach obigem Ausstrahlung nur für Energiewerte $A = nh\nu$ (d. h. von den statischen Kurven aus) stattfindet. Daher besitzt das System auch im absoluten Nullpunkt der Temperatur eine sogenannte *Nullpunktsenergie* vom durchschnittlichen Betrage $h\nu/2$ pro Resonator.

Geht man von dem linearen Resonator zur Betrachtung anderer Systeme über, so liegen die Verhältnisse ganz analog: immer kann man die statischen Bahnen entweder als die einzigen möglichen auffassen oder aber die Existenz aller mit der Mechanik verträglichen Bahnen zulassen und die statischen nur als wahrscheinlichkeitstheoretisch ausgezeichnete betrachten. Die letztere Auffassung, deren Vertreter *Planck* ist, hat in keinem Falle zu Widersprüchen mit der Erfahrung geführt, vielmehr kann man vielleicht von ihr die Aufklärung einzelner, bis jetzt dunkler Probleme erwarten (spezifische Wärme zweiatomiger Gase). Eine scheinbare Schwierigkeit, die sich in einem Spezialfall (Theorie des Rotationspektrums) ergab, hat *Planck* neuerdings in überraschender Weise hinweggeräumt. Auch die Bohrsche Theorie (§§ 7, 8) läßt sich mit diesem Standpunkt ohne weiteres vereinbaren, wenn man die Bedeutung der Bohrschen Frequenzbedingung etwas verschiebt: Man braucht nur anzunehmen, daß Strahlung (bzw. Energieänderung) normalerweise nicht stattfindet, wenn aber das Elektron gestört wird, dasselbe in eine neue Bahn überspringt, wobei die ausgesandte Schwingungszahl nach der Frequenzbedingung (16) durch die Energien der Grenzen des alten und neuen Elementarbereiches bestimmt wird.

§ 17. *Struktur des Phasenraumes.* — Im Lichte der Ausführungen des letzten Paragraphen lassen sich die Standpunkte, welche den beiden

Fassungen (5) und (5a) bzw. (5b) der Planckschen Quantenbedingung zugrunde liegen, wie folgt präzisieren: Im ersten Falle wird das Doppelintegral über Phasenpunkte, welche verschiedenen Energieinhalten eines Resonators entsprechen, ausgedehnt, d. h. die statischen Kurven, werden aus einer Betrachtung aller Zustände, welche der Resonator unter ganz verschiedenen Bedingungen annehmen kann, erschlossen. Im zweiten erstreckt sich die Integration über eine individuelle, ohne äußere Störung bei konstanter Energie verlaufende Bewegung des Resonators. Dementsprechend kann man auch bei der Behandlung mehrdimensionaler Systeme an die eine oder die andere Auffassung anknüpfen. Den zweiten Weg hat Sommerfeld beschritten (§ 11), der erste wurde gleichzeitig von Planck eingeschlagen.

Im allgemeinen Fall von f Freiheitsgraden mit den Variablen q_i und Impulsen p_i ($i=1, 2 \dots f$) entspricht einem Augenblickszustand oder einer „Phase“ des Systems ein spezielles Wertesystem der $2f$ Bestimmungsstücke p_i, q_i . Die Gesamtheit aller Phasen bildet nicht eine Ebene, sondern eine Mannigfaltigkeit von $2f$ Dimensionen; einen idealen $2f$ -dimensionalen „Phasenraum“, wenn man die p_i, q_i als rechtwinkelige Koordinaten auffaßt. Auch hier fragt Planck nach den Elementargebieten ΔG der Wahrscheinlichkeit oder nach der „Struktur des Phasenraumes“. Da jedes einzelne Produkt $p_i \cdot q_i$ schon die Dimension einer Wirkung hat, so muß der Rauminhalt des Elementargebietes (von $2f$ -Dimensionen)

$$\Delta G = h^f$$

gesetzt werden. Wie findet man nun die Begrenzungen der Elementarbereiche ΔG ? Planck tut dies, indem er f Ausartungen der allgemeinen Bewegung des Systems aussucht, von denen jede eindimensional verläuft, und die daher nach § 3 behandelt werden können. Aus den Lösungen dieser Spezialfälle wird dann die allgemeine Lösung aufgebaut.

Ob es in jedem Falle möglich, f ausgeartete Bewegungen von der geforderten Beschaffenheit anzugeben, ist noch nicht untersucht. Jedoch läßt sich diese Forderung jedenfalls in einer umfassenderen Gruppe von Systemen erfüllen, als es die bedingt periodischen (§ 12) sind; und für diese letztere Klasse von Bewegungen lassen sich die Planckschen Vorschriften vollständig durchführen. Z. B. wären bei der Keplerbewegung des § 11 ($f=2$) die Kreisbahn ($r=\text{const}$) und die zu einer Geraden ausartende Ellipse vom Achsenverhältnis Null ($\varphi=\text{const}$) zu betrachten; beim Starkkeffekt ($f=3$) die drei auf S. 247 besprochenen Ausartungen (Kreisbahn und die beiden Pendelbahnen). Man kann nun allgemein zeigen, daß für ein bedingt periodisches System der Ausdruck für den Rauminhalt des Elementarbereichs im allgemeinen in f Faktoren zerfällt.

$$\Delta G = \Delta g_1 \cdot \Delta g_2 \dots \Delta g_f,$$

won denen jeder (Δg_i) den Flächeninhalt eines Be-

reiches der entsprechenden Koordinatenebene (p_i, q_i) vom Betrage h darstellt; ferner, daß die quantentheoretisch ausgezeichneten (statischen) Bewegungen des Systems genau mit den durch die Bedingungen (29), (29') des § 12 festgelegten zusammenfallen¹⁾. Demnach waren in der Planckschen Theorie die Quantenbedingungen (29) für bedingt periodische Systeme, nebst den aus ihnen in den §§ 13 und 15 für Spezialfälle gezogenen Schlüssen bereits implizite (obwohl, wie es scheint, bis jetzt nur teilweise erkannt) enthalten.

Auf eine von Einstein²⁾ gegebene interessante Fassung derselben Bedingungen können wir im Rahmen dieses Aufsatzes nicht eingehen, wir wollen jedoch an dieser Stelle einen wichtigen Gesichtspunkt, der an die Auffassung, daß die statischen Bahnen die einzigen möglichen sind, anknüpft und von Ehrenfest (1916) herrührt, kurz erwähnen. Man betrachte die Änderung, welche ein System erfährt, wenn man einen äußeren Parameter desselben (d. h. nicht eine der Variablen p, q) langsam beeinflusst, z. B. wenn man im Starkeffekt das äußere elektrische Feld allmählich anwachsen läßt. Einen solchen Prozeß nennt man eine „adiabatische Zustandsänderung“, weil dabei die Energie des Systems nur durch Vermittlung des äußeren Parameters, nicht aber durch direkte Zuführung lebendiger Kraft verändert wird; genau wie bei der adiabatischen Kompression eines Gases eine Änderung des Energieinhalts nur durch die aufgewandte Arbeit und nicht durch direkten Wärmeaustausch erfolgt. Im Anfangszustand führt das System nach der Quantentheorie irgend eine statische Bewegung aus; geht man von einer solchen aus, und unterwirft dasselbe einem unendlich langsamen adiabatischen Prozeß, so kann man einerseits die Quantenbedingungen vorübergehend außer Acht lassen und nach der Bewegungsform fragen, welche aus der ursprünglichen rein mechanisch hervorgeht. Denn die Anfangsbewegung erfährt bei diesem Prozeß nach den Gesetzen der Mechanik eine stetige Veränderung, so daß ihr ganz eindeutig in jedem Augenblick eine neue entspricht. Andererseits könnte man für jeden Wert des Parameters die Quantenbedingungen aufstellen und die mit ihnen verträglichen statischen Bahnen ermitteln. Es entsteht nun die Frage, ob Mechanik und Quantentheorie sich ununterbrochen gegenseitig stören und durchkreuzen, oder ob sie übereinstimmend auf dieselben Bewegungsformen führen? Der Inhalt der Ehrenfestschen Adiabatenhypothese besteht darin, daß das Letztere angenommen wird: Quantentheoretisch zulässige Bewegungen gehen durch einen unendlich langsamen adiabatischen Prozeß

¹⁾ Nach unveröffentlichten Untersuchungen des Verfassers. In gewissen Spezialfällen muß man von bestimmten Standpunkten aus an Stelle von p in (29) $p-p_0$ (vgl. § 3) schreiben.

²⁾ A. Einstein, Verh. d. D. phys. Ges. 19, S. 82, 1917.

(rein mechanisch) wieder in quantentheoretisch zulässige über. Hieraus folgt, daß diejenigen Konstanten der Bewegung, welche nach den Quantenbedingungen (25) der Universalkonstanten $n \cdot h$ gleich gesetzt werden, sich während einer adiabatischen Zustandsänderung nicht ändern können oder, wie man sich ausdrückt, „adiabatisch invariant“ sind. Die Prüfung dieser Hypothese für periodische (Ehrenfest) und bedingt periodische (Burgers) Systeme ergab, daß die Quantenintegrale der §§ 11 und 12 in der Tat adiabatische Invarianten darstellen.

Die Adiabatenhypothese hat bereits zur Aufklärung gewisser begrifflich schwieriger Fälle beigetragen; ihre Wichtigkeit liegt auf der Hand, wenn man bedenkt, daß man durch adiabatische Prozesse von einfachen Systemen zu komplizierteren übergehen kann. Natürlich kann man diese Hypothese auch auf den andern Standpunkt, daß die statischen Bewegungen nicht die einzig möglichen, sondern nur wahrscheinlichkeitstheoretisch ausgezeichnet sind, übertragen, indem man in ihrer Formulierung das Wort „zulässige“ durch „ausgezeichnete“ ersetzt.

§ 18. *Schluß.* — Durch die vorangehenden Ausführungen, besonders des II. und III. Abschnittes, wird der Leser den Eindruck gewonnen haben, daß die Plancksche Theorie auf dem noch jungen Gebiet ihrer Anwendungen auf die Atomistik und Spektroskopie bereits eine Reihe gesicherter Ergebnisse aufzuweisen hat, welche man ohne Übertreibung als große Erfolge bezeichnen kann, und welche den Versuch rechtfertigen, diesen Gegenstand einem größeren Leserkreise zugänglich zu machen. Jeder, der auf diesem Gebiete arbeitet, ist sich indessen bewußt, daß wir noch weit davon entfernt sind, überall klar zu sehen: Noch viele begriffliche und rechnerische Schwierigkeiten müssen überwunden, viele provisorische Vorstellungen verschoben oder ersetzt werden.

Zunächst wird man die Frage stellen, wie man bei allgemeineren mechanischen Systemen als die bedingt periodischen die quantentheoretisch zulässigen Bewegungen auffinden kann. Ansätze zu ihrer Beantwortung sind bereits vorhanden: Wir haben bereits erwähnt, daß die Plancksche Behandlungsweise über den Bereich des bedingt Periodischen hinausgreift, wenn es auch nicht leicht sein dürfte, zu den eindeutigen Vorschriften für ihre allgemeine Durchführung zu gelangen. Andererseits hat Burgers¹⁾ auf eine von Delaunay (1860) in die Himmelsmechanik eingeführte Methode hingewiesen, deren begrifflicher Inhalt darin besteht, ein System durch eine Reihe nach einem bestimmten Verfahren sukzessive auszuwählender bedingt periodischer Systeme beliebig weit zu approximieren. Der Verfasser war bereits ohne Kenntnis der Delaunayschen Unter-

suchung bei der Behandlung spezieller Beispiele auf die Möglichkeit einer solchen Approximation aufmerksam geworden. Die von ihm nach diesem Verfahren ausgeführten Berechnungen über das Spektrum des neutralen Heliums (Dreikörperproblem) scheinen aber leider zu keinen großen Hoffnungen auf die Methode zu berechtigen. Schließlich dürfte es möglich sein, die im letzten § besprochene Adiabatenhypothese von Ehrenfest als heuristisches Mittel zu verwenden.

Dies sind indessen rein praktische Fragen, deren Lösung uns vielleicht schon die allernächste Zukunft bringen wird. Ernster jedoch scheinen die Schwierigkeiten zu sein, welche mit der prinzipiellen Seite der von Bohr gemachten Annahmen (§§ 7, 8) zusammenhängen. Wir haben an verschiedenen Stellen erwähnt, daß sich die Quantentheorie in bewußten Gegensatz zur Elektrodynamik setzt und der letzteren im Atominnern nur eine beschränkte Gültigkeit zugesteht. Wie muß man aber die Elektrodynamik abändern, um diese Gegensätze auszugleichen? Daß es eine Synthese der beiden Lehren ist, welche uns fehlt, sieht man u. a. aus dem folgenden Umstand: Der Starkeffekt wird durch die Quantentheorie vollständig erklärt, während die Elektrodynamik für ihn versagt; umgekehrt ist es bis jetzt bei der scheinbar verwandten Erscheinung des Zeemaneffekts (Aufspaltung von Spektrallinien im Magnetfelde), hier kommt man vorläufig mit der Elektrodynamik weiter als mit der Quantentheorie (wenn auch zu keiner vollständigen Erklärung). Warum findet während der Bewegung in einer statischen Bahn keine Strahlung statt, und wie liegen die Verhältnisse, während das Elektron von einer statischen Bahn zu einer andern springt? Die einzigen Tatsachen, welche uns über den letzteren Vorgang bekannt sind, sind die Bohrsche Frequenzbedingung (§ 8) und die Polarisationsregel beim Starkeffekt (§ 15). Und diese beiden Gesetze tragen in ihrer heutigen Fassung einen gewissermaßen teleologischen, den Naturforscher geradezu verletzenden Charakter, so daß viele Fachgenossen sich an diesen „Bauernregeln“ mit Recht stoßen. Es wäre in der Tat sehr erwünscht, den Emissionsvorgang in allen Einzelheiten zu überblicken und die Erklärung der erwähnten Gesetze einzusehen. Wenn diese Forderungen für den Augenblick auch zu hoch gespannt erscheinen, so könnte man vielleicht schon jetzt mit mehr Aussicht auf Erfolg versuchen, durch Einbeziehen der Freiheitsgrade des Äthers die Frequenzbedingung auf dieselbe Form (25) zu bringen, wie die für die Materie gültigen Quantenbedingungen.¹⁾

Wenn demnach die Quantentheorie noch viele

¹⁾ J. M. Burgers, Amsterdam Proceedings, S. 170, 1917.

¹⁾ Wie A. Rubinowicz (Phys. Zs. 18, S. 96, 1917) gezeigt hat, läßt sich dies für die Theorie der schwarzen Strahlung durchführen; auch die im letzten Satz des Textes enthaltene Bemerkung verdanke ich Herrn Rubinowicz.

Lücken auszufüllen hat, vielleicht sogar erst in den Anfängen steckt, können wir immerhin mit dem Tempo des Anwachsens der Kenntnisse vom Atom, welche wir ihr verdanken, zufrieden sein. Wer den Gang der Entwicklung in der letzten Zeit und die erreichten Erfolge ohne Voreingenommenheit überblickt, muß zugeben, daß das Werk von *Max Planck* uns auf dem Wege zum letzten Ziel der exakten Naturwissenschaften, der Erkenntnis der Struktur von Materie und Äther, um eine Strecke weitergebracht hat, welche noch vor wenigen Jahren auch den kühnsten Hoffnungen in weite, unbestimmte Ferne zu führen schien.

Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik.

Von Prof. M. v. Smoluchowski †, Krakau.

I.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung, welche seit Beginn ihrer Entwicklung mit größtem Erfolg hauptsächlich in dem sonst der mathematischen Behandlung wenig zugänglichen Bereich sozialer und biologischer Vorgänge angewendet wurde, hat sich in den letzten Zeiten ein überaus wichtiges Anwendungsgebiet erobert: die Physik. Und zwar ist damit nicht etwa die seit *Gauß*' Zeiten als eigene Hilfsdisziplin ausgebildete Theorie der Fehlerausgleichung bei physikalischen Messungen gemeint, sondern gerade das eigentliche Gerüst dieser Wissenschaft, das System der theoretischen Physik.

Zum ersten Male in den Jahren 1857—1860 von *Clausius* und *Maxwell* als eigenartiges mathematisches Hilfsmittel in die kinetische Gastheorie eingeführt, hat die Wahrscheinlichkeitsrechnung, nach einer vorübergehenden Periode der Stagnation, infolge des schließlichen Sieges der atomistischen Anschauungsweise eine für die Physik ganz grundlegende Bedeutung gewonnen und bildet heute das wichtigste Werkzeug bei Forschungen auf dem Gebiete der modernen Theorien der Materie, der Elektronik, Radioaktivität und Strahlungstheorie. Entspricht doch ihr Wesen durchaus der heute zur Herrschaft gelangten Tendenz, sämtliche Gesetze der Physik¹⁾ — nach dem Vorbild der kinetischen Gastheorie — auf Statistik verborgener Elementarereignisse zurückzuführen, wobei die „Einfachheit“ derselben als sekundäre Folge des Wahrscheinlichkeitsgesetzes „der großen Zahlen“ aufgefaßt wird.

Trotz dieser enormen Ausdehnung des Anwendungsbereiches der Wahrscheinlichkeitsrechnung

hat die exakte Analyse der ihr zugrunde liegenden Begriffe nur geringe Fortschritte gemacht; es gilt wohl noch heute der Satz, daß keine zweite mathematische Disziplin auf so unklaren und schwankenden Grundlagen aufgebaut ist. So werden die Grundfragen nach der Subjektivität oder Objektivität des Wahrscheinlichkeitsbegriffes, nach der Definition der Zufälligkeit usw. von verschiedenen Autoren in diametral entgegengesetzter Weise beantwortet. Insbesondere ist auch eine allgemeine und mathematisch exakte Präzisierung der für die Anwendbarkeit dieser Rechnungsmethode charakteristischen Bedingungen noch immer ausständig, und man pflegt sich in dieser Hinsicht meist auf ein intuitives Wahrscheinlichkeitsgefühl zu verlassen.

Als kleiner Beitrag zu derartigen Untersuchungen mögen die nachfolgenden Bemerkungen aufgefaßt sein, welche von der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Physik ausgehen, in der gewisse grundsätzliche Schwierigkeiten in besonders krasser Form auftreten. Ich will eingestehen, daß gerade das Unbefriedigende der diesbezüglichen Ausführungen in gewissen, sonst höchst beachtenswerten neueren Werken die Entstehung dieser Studie veranlaßt hat. Im übrigen bezweckt dieselbe selbstverständlich keineswegs eine allseitige und endgültige Aufklärung des ganzen damit zusammenhängenden Komplexes philosophischer Fragen, sondern will nur eine Anregung zu weiteren Untersuchungen in einer bestimmten Richtung geben, indem einige *Leitgedanken* hervorgehoben werden, welche die bisher allzusehr vernachlässigte objektive Seite des Wahrscheinlichkeitsbegriffes ins rechte Licht setzen sollen.

II.

Die Frage, welche Ereignisse in den Geltungsbereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung fallen, wird wohl allgemein dahin beantwortet: diejenigen, deren Eintritt vom Zufall abhängt. Die Untersuchung dieses letzteren Begriffes ist also jedenfalls das Primäre, und wir werden uns vor allem klar zu machen suchen, wodurch das Wesen des Zufalls gekennzeichnet ist. Damit hängen zwei vielumstrittene Probleme zusammen, deren Schwierigkeit angesichts der exakten mathematischen Spekulationen der theoretischen Physik sich besonders fühlbar macht, nämlich:

1. Wie ist es möglich, daß sich der Effekt des Zufalls berechnen lasse, daß also zufällige Ursachen gesetzmäßige Wirkungen haben?
2. Wie kann der Zufall entstehen, wenn alles Geschehen nur auf regelmäßige Naturgesetze zurückzuführen ist? oder mit anderen Worten: Wie können gesetzmäßige Ursachen eine zufällige Wirkung haben?

Betrachtet man in populärer Weise den Zufall, als die Negation des Gesetzmäßigen, so sind diese Widersprüche gewiß vollständig unüber-

¹⁾ Von dieser Tendenz sind bisher nur die Lorentz'schen Gleichungen der Elektronentheorie, das Energiegesetz und Relativitätsprinzip unberührt geblieben, aber es ist wohl möglich, daß im Laufe der Zeit auch hier exakte Gesetzesformen durch statistische Regelmäßigkeit ersetzt werden dürften.

brückbar. Ein solcher Zufallsbegriff ist jedoch mit dem in der heutigen Wissenschaft herrschenden Determinismus unvereinbar. Meist pflegt man sich also die Sache durch die Annahme zu erklären, daß zwar zwischen der betreffenden Ursache und Wirkung ein gesetzmäßiger, kausaler Zusammenhang besteht, daß aber die Art des Zusammenhanges für uns wegen der Komplikation der Erscheinung nicht erkennbar ist, wodurch der Schein der Gesetzlosigkeit entsteht. In diesem Sinne wäre der Zufall als eine uns „*unbekannte Teilursache*“ zu bezeichnen. Damit dürfte wohl auch *Meinong*¹⁾ Auffassungsweise näher verwandt sein, als es den Anschein hat, welcher zufolge Zufälligkeit die „*Tatsächlichkeit*“ von etwas „*Nichtnotwendigem*“ bedeuten würde; dabei soll nämlich die negierte Notwendigkeit entweder eine innere oder äußere (relativ zu einem gewissen Komplex von Objekten) sein. Wenn man nun vom deterministischen Standpunkt aus Ursache und Wirkung als stets durch die inneren Notwendigkeitsbeziehungen der Teilereignisse verkettet ansieht, kann von Nichtnotwendigkeit nur in relativem Sinne die Rede sein: insofern die Notwendigkeit äußerlich nicht erkennbar ist, also insofern ein Teil der wirkenden Ursachen unbestimmt ist.

Diese herkömmliche Darstellungsweise, welche das Wesen des Zufalls auf unsere Unkenntnis der wirkenden Gesetze oder Ursachen zurückführt, könnte man allenfalls noch als Beantwortung der zweiten der oben angeführten Fragen gelten lassen, aber es bleibt die erste Frage ungelöst, wieso eine Berechnung der Wirkung unerkennbarer Teilursachen möglich ist.

Die mannigfaltigen philosophischen Analysen des Wahrscheinlichkeitsbegriffes geben hierüber keinen Aufschluß. Überhaupt handelt es sich dem Philosophen dabei meist um etwas ganz anderes als dem Physiker. Er richtet seine Aufmerksamkeit vor allem auf die subjektiven, psychologischen Momente des Wahrscheinlichkeitsgedankens, analysiert die erkenntnistheoretische Bedeutung desselben, untersucht, in welcher Weise sich wahrscheinliche Aussagen, neben wahren und falschen Aussagen, in das System der formalen Logik einordnen lassen, pflegt aber die Frage nach der Art der denselben zugrunde liegenden objektiven Tatsachen nicht näher zu berühren.

Im Gegensatz hierzu interessiert sich die exakte Naturwissenschaft nicht für Aussagen und nicht für subjektive — berechnigte oder unberechnigte — Vermutungen²⁾, sondern für die objektive oder „*mathematische*“ Wahrscheinlichkeit, d. i. für die relative Häufigkeit des Eintretens bestimmter zufälliger Ereignisse. Sie gebraucht

also den — wie *Meinong* treffend bemerkt — so vieldeutigen Begriff der Wahrscheinlichkeit in einem sehr eingeschränkten Sinne, welchem jener Autor und andere Philosophen allerdings lieber die Bezeichnung *Möglichkeitsgrad* beilegen dürfen, welcher aber eben erst in diesem engeren Sinne einer exakt mathematischen Behandlung zugänglich wird. Es verhält sich damit ähnlich wie mit vielen anderen Ausdrücken, wie z. B. Kraft, Arbeit, Energie, Wärme, welche der Physiker in wesentlich anderem Sinne versteht, als dies im gewöhnlichen Leben üblich ist.

Offenbar sind also, soweit die Anwendung in der theoretischen Physik in Betracht kommt, *alle Wahrscheinlichkeitstheorien* von vornherein als *ungenügend* zu betrachten, *welche den Zufall als „unbekannte Teilursache“ auffassen. Die physikalische Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses kann nur von den Bedingungen abhängen, welche sein Zustandekommen beeinflussen, aber nicht von dem Grade unseres Wissens!*

Ich bin mir wohl bewußt, daß dies im Gegensatz zu der allgemein üblichen Auffassung steht, welche eine teilweise Unkenntnis der Ursachen als das wesentliche hier in Betracht kommende Moment ansieht, darum sei als Beleg für unsere Behauptung bemerkt: Die Wahrscheinlichkeitsrechnungen der kinetischen Gastheorie würden ihre Berechtigung auch dann behalten, wenn wir die Beschaffenheit der Moleküle, deren Anfangslagen usw. absolut genau kennen würden und imstande wären, deren Bewegungen mathematisch exakt für alle Zeiten zu verfolgen. Sie wäre dann noch immer zum wenigsten ein ebenso rationelles mathematisches Hilfsmittel wie die abgekürzte Multiplikation oder die Benutzung der Logarithmentafeln (oder des Rechenschiebers) neben der üblichen exakten Multiplikation.

Wie pflegen nun die Vertreter der herkömmlichen Auffassung die Tatsache zu erklären, daß eine Berechnung der Wirkung unbekannter Teilursachen möglich ist? Sie berufen sich auf das „*Gesetz der großen Zahlen*“ als ein zwar nicht beweisbares, aber empirisch unumstößlich erwiesenes Prinzip. So sagt z. B. *Timerding*¹⁾: „... die unverbrüchliche Kausalität in allem Naturgeschehen mag wohl aufrecht erhalten werden, sie reicht aber nicht hin, um die Regelmäßigkeit des Weltgeschehens vollständig zu erklären. Es gehört vielmehr die Tatsache hinzu, die wir als Gesetz der großen Zahlen bezeichnen, und die bewirkt, daß die Unregelmäßigkeiten, die sonst durch die zufälligen Ereignisse in die Welt eingetragen werden, in dem Gesamtergebnis wieder verschwinden Unser Verstand sträukelt sich allerdings dagegen, ein solches Prinzip nur deshalb anzunehmen, weil hier und dort eine Richtigkeit bezeugt wird, vielmehr drängt er dahin, auch einen inneren Grund für einen solchen

¹⁾ *A. Meinong*, Über Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1915.

²⁾ *Meinong* (loc. cit.) führt den Wahrscheinlichkeitsgrad auf die Stärke „berechtigter Vermutungen“ zurück.

¹⁾ *H. E. Timerding*, Die Analyse des Zufalls, S. 162 (Vieweg 1915).

Ausgleich zu finden. Ein solcher innerer Grund läßt sich aber nicht ermitteln“

Das ist wohl eine wenig erfreuliche Lösung, und man wird trachten, einen anderen Ausweg aus dem Dilemma zu finden. Übrigens bemerkt beispielsweise *Poincaré*, daß auch in der abstrakten Mathematik von Wahrscheinlichkeitsgesetzen geredet werden kann, daß z. B. die Häufigkeit der Zahlen 1, 2, 3, . . . an der letzten Stelle der Zahlenkolonnen einer Logarithmentafel dem gewöhnlichen Wahrscheinlichkeitsgesetz gleichmäßig folgt. Wird sich der Mathematiker damit begnügen, hierin das Walten eines unbegreiflichen, rein empirischen Gesetzes der großen Zahlen anzuerkennen?

III.

Ein Fingerzeig zur Lösung der Frage scheint mir darin zu liegen, daß die oben erwähnten Definitionen des Zufalls als unbekannter Teilursache¹⁾ und dergl. zweifellos *viel zu weit sind*. Als *Leverrier* bemerkte, daß die Bewegung des Uranus nicht genau mit der Vorausberechnung übereinstimme, sagte er nicht: das ist Zufall! — Wir haben keine Ahnung, wann eine magnetische Störung stattfinden wird, halten aber das Eintreten derselben doch durchaus nicht für eine Sache des Zufalls.

Es fehlt in diesen Beispielen ein ganz wesentliches Merkmal *desjenigen, was man im gewöhnlichen Leben oder in unserer Wissenschaft als Zufall bezeichnet*, und zwar läßt sich dieses kurz in die Worte fassen: *Kleine Ursache — große Wirkung!* Ein minimaler Unterschied im Ingangsetzen der Roulette — Gewinn oder Verlust einer Unsumme Geldes. *Poincaré*, welcher hierauf nachdrücklich hingewiesen hat, gibt zwar noch zwei Alternativmerkmale des Zufalls an²⁾: Kompliziertheit vieler mitwirkender Ursachen oder gegenseitige Einwirkung zweier für gewöhnlich zu unabhängigen Gebieten gehöriger Vorgänge, doch glaube ich, daß sämtliche dazu gehörigen Fälle sich bei genauer Analyse ebenfalls unter jenen Gesichtspunkt einordnen lassen.

Besonders charakteristisch tritt jenes Merkmal in allen Fällen auf, wo es sich um einen Zustand labilen Gleichgewichts handelt. Denken wir uns einen „idealen“ Würfel auf eine Ecke gestellt, so ist die kleinste Verschiebung des Schwerpunktes aus der Vertikalen schon dafür entscheidend, auf welche der drei unten zusammenstoßenden Flächen der Würfel zu liegen kommen wird. Welche Zahl also obenauf erscheinen wird, das, so sagt man, hängt vom Zu-

fall ab. Mathematisch ausgedrückt: die Wirkung y (obenauf erscheinende Zahl) hängt von der Ursache x (Lage des Schwerpunktes) derart ab, daß die Funktion $y = f(x)$ in dem betreffenden Gleichgewichtswerte x_0 eine Unstetigkeit aufweist.

Nebstbei bemerkt, setzt sich die Ursache in diesem Falle eigentlich aus zwei Variablen zusammen: wenn man sich den Schwerpunkt O und die drei in der unteren Ecke E zusammenstoßenden Kanten auf die Horizontalebene projiziert, sieht man, daß die Entfernung $r = \overline{OE}$ in der so erhaltenen Projektion für die Geschwindigkeit maßgebend ist, mit welcher das Umfallen erfolgt; die durch einen Winkel θ definierbare Richtung des Vektors OE in bezug auf die drei Kantenlinien für die Zahl, welche obenauf erscheinen wird.

Nun entzieht sich aber ein derartiger Zufall jeder apriorischen Berechnung und kann auch niemals die Grundlage zur Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung bilden. Denn solange man die bestimmenden Ursachen (Richtung und Größe des Vektors OE) nicht mit genügender Genauigkeit kennt, läßt sich bezüglich des Effektes überhaupt gar nichts voraussagen. Kennt man sie aber, so ist die Wirkung mit Gewißheit vor auszusehen, und es bleibt kein Raum für Wahrscheinlichkeit übrig.

Als Beispiel eines unberechenbaren Zufalls sei noch ein anderer Fall angeführt: wenn ein Artillerist mit einem mathematisch exakt schießenden Geschütz nach einem Ziel schießt, dessen Entfernung ihm unbekannt ist. Es fehlt ihm die Kenntnis einer der Variablen, von denen die richtige Elevation abhängt, und es wäre ein blinder Zufall, wenn er einen Treffer erzielen würde. Von irgend einer Vorausberechnung, von einer Wahrscheinlichkeit in unserem Sinne, kann da gar nicht die Rede sein, solange uns die Psychologie jenes Artilleristen nicht näher bekannt ist.

Sobald wir aber wissen, daß derselbe eine gewisse Methode systematischen Einschießens anwendet, oder sobald gewisse mechanische Hilfsmittel von später zu besprechender Art (z. B. Rotation des Geschützrohres um die Lagerachse) mitspielen, wird die Aufgabe eine ganz definierte, und läßt sich (mit Rücksicht auf die Größe des Zieles und seine Entfernung usw.) eine bestimmte Treffwahrscheinlichkeit angeben.

Der einer Wahrscheinlichkeitsberechnung entsprechende — vielleicht darf man sagen: der „ge-regelte“ Zufall zeichnet sich also vor dem Zufall in weiterem Sinne durch ein wesentliches Charakteristikum aus: *eine gewisse Regelmäßigkeit der Wirkung bei oftmaliger Wiederholung des Vorganges, unabhängig von der speziellen Art der Ursache.*

Läßt man den vorher besprochenen Würfel aus der Höhe eines Meters auf eine ideal ebene (unvollkommen elastische) Unterlage fallen, so ändert sich jener Vorgang in wesentlicher Weise.

¹⁾ Czuber (Wahrscheinlichkeitsrechnung, S. 8) sagt „unbekannte und wechselnde Umstände“. Es ist wohl nicht recht klar, was mit „wechselnd“ gemeint ist und wie der Wechsel zu erkennen ist, wenn der Umstand selber unbekannt ist. Vielleicht ist das aber ein intensives Herausfühlen der Kriterien, die wir später besprechen werden.

²⁾ H. *Poincaré*, Calcul des probabilités, Paris 1912, Introduction.

Der Würfel prallt ab, steigt empor und wiederholt diese Bewegungen mehrmals mit abnehmender Amplitude und unter Annahme scheinbar unregelmäßiger Rotationsbewegungen, bis er auf irgend einer seiner sechs Seiten liegen bleibt. Auf welche er schließlich zu liegen kommt, muß natürlich von der Art der anfänglichen Abweichung aus der axial-lotrechten Stellung abhängen, aber die Funktion $y = f(r, \theta)$, welche diese Abhängigkeit ausdrückt, wird so beschaffen sein, daß bei kontinuierlicher Variation der zwei die Anfangslage definierenden Variablen r, θ in äußerst raschem Wechsel Gebiete durchschritten werden, welche allen möglichen Endlagen entsprechen, derart, daß bereits innerhalb eines äußerst kleinen Variabilitätsbereiches V der Achsenstellung (in bezug auf die Lotrechte) die den Zahlen 1—6 zugehörigen Bereiche ungefähr flächengleich werden. Die Größe V könnte man vielleicht mit dem Namen Ausgleichsgebiet belegen.

Würde man nun versuchen, den Würfel vor dem Fallenlassen durch menschliche Hilfsmittel in irgend einer Weise zu orientieren; so ist klar, daß dabei gewisse Einstellungsfehler trotz größter Sorgfalt unvermeidlich sind. Den Bereich dieser unvermeidlichen Fehler wollen wir als Schwankungsbereich Ω bezeichnen, und man darf wohl annehmen, daß die Verteilungsfunktion $\varphi(r, \theta)$, welche die relative Häufigkeit jener Fehler bei unzähliger Wiederholung der Versuche darstellt, einen regelmäßigen „analytischen“ Charakter besitze. Ist daher das durch die Art der zwangsläufigen Funktion $f(r, \theta)$ bestimmte Ausgleichsgebiet V klein im Vergleich zum individuellen Schwankungsbereich Ω , so ist leicht einzusehen, daß schließlich für alle Zahlen 1—6 eine gleiche Wahrscheinlichkeit resultieren muß, *unabhängig von der speziellen Art der beabsichtigten Einstellung und von der individuellen Variationsfunktion $\varphi(r, \theta)$* . Das Einzelereignis ist also nicht voraussehen, wohl aber die Gesamtverteilung der Ereignisse bei fortgesetzter Wiederholung. In einem solchen Falle waltet der Zufall in gesetzmäßiger Weise.

Einfacher als der obige Fall ist das Beispiel der Roulette, an welchem Poincaré¹⁾ analoge Betrachtungen anstellt, oder das Beispiel der einem Schützen als Ziel dienenden rotierenden Sektorenscheibe. Ob derselbe einen schwarzen oder weißen Sektor treffen wird, hängt vom Zeitpunkt ab, wann das (feststehende) Gewehr abgedrückt wird. Man kann aber immer die Scheibe in so rasche Rotation versetzen, daß die Treffsicherheit des Schützen ausgeschaltet wird. Mag er sich in einem beliebigen Moment entschließen, loszudrücken, jedenfalls vergeht vom Entschluß bis zur Tat noch eine unbestimmte, in gewissen Grenzen variable Zeit, so daß die Wahrscheinlichkeit, daß der Schuß gerade zur Zeit t losgeht,

durch eine (im Schwankungsbereich von t bis $t + \tau$ von Null merklich verschiedene) Funktion $\varphi(t)$ dargestellt wird, von der anzunehmen ist, daß sie keine singulären Eigenschaften, wie Unstetigkeiten, außerordentlich viele Maxima und Minima und dergl., aufweist, deren Form aber sonst gleichgültig ist.

Entfallen also auf den Schwankungsbereich τ der Zeit genügend viele Rotationen der Scheibe, so *verschwindet der Einfluß der individuellen Form der Verteilungsfunktion $\varphi(t)$* , die Wahrscheinlichkeit, einen weißen oder schwarzen Sektor zu treffen, hängt dann nur vom relativen Flächeninhalt derselben ab. Man pflegt dann von jener Wahrscheinlichkeit schlechthin zu reden, ohne Rücksicht auf die Funktion φ , aber stillschweigend macht man doch betreffs φ die vorher erwähnten Annahmen. Jene Wahrscheinlichkeitsüberlegung würde beispielsweise ganz gegenstandslos werden, falls das Gewehr mit der Sektorenscheibe mittels eines elektrischen Kontaktes in passender Weise verbunden wäre.

In letzter Linie basiert die ganze Argumentation offenbar auf der Tatsache, daß jede (differenzierbare) Funktion sich im Bereich genügend kleiner Veränderungen der unabhängigen Variablen angenähert proportional mit denselben ändert, und sie läßt sich durch eine einfache geometrische Analogie illustrieren: wenn man auf Papier, das in schmale, gleichbreite, alternierend weiße und schwarze Flächenstreifen zerlegt ist, aus freier Hand eine beliebige (aber nicht zu kleine und nicht zu unregelmäßige!) geschlossene Kurve zieht, so wird der von derselben ausgeschnittene „weiße“ und „schwarze“ Flächeninhalt sehr nahe gleich groß sein, ohne Rücksicht auf die Art jener Kurve. Letztere entspricht dem, was wir individuellen Schwankungsbereich genannt haben, während die Zerlegung des Papiers in Flächenstreifen durch die Art der zwangsläufigen Kausalrelation $y = f(x)$ bestimmt ist.

Somit sehen wir, wie für die Wirkung des Zufalls ein bestimmtes Gesetz resultieren kann, ohne Rücksicht auf die spezielle Form jener unbekannten, primären Verteilungsfunktion φ , womit *der erste der im II. Abschnitte hervorgehobenen Widersprüche seine Aufklärung findet*. Allerdings muß man zugestehen, daß unsere Überlegungen das eigentliche Wesen des Zufalls noch nicht erschöpfend darstellen, denn sie beruhen ja auf der Annahme einer Verteilungsfunktion φ für die zufälligen Schwankungen der Ursache, von der überdies eine gewisse Eigenschaft (ein „regelmäßiger Verlauf“) vorausgesetzt wird. Dieser Umstand findet seinen Ausdruck in einer — übrigens ganz zutreffenden Aussage, mit welcher sich Mathematiker¹⁾ über diese Fragen hinwegzusetzen lieben: Aufgabe der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist nicht *Erklärung* der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses, sondern die *Ermitte-*

¹⁾ Poincaré, loc. cit.

¹⁾ Siehe z. B. E. Borel, Le Hasard, Paris, Alcan, 1914, S. 15.

lung derselben auf Grundlage einer anderen Wahrscheinlichkeit, nämlich der als bekannt angenommenen Wahrscheinlichkeit eines einfacheren, dasselbe verursachenden (oder dadurch bewirkten) Vorganges.

IV.

Fassen wir das bisher Gesagte in verallgemeinerter Form zusammen:

Man nennt *Zufall* eine spezielle Art von Kausalrelationen. Man sagt nämlich gewöhnlich, daß ein Ereignis y vom Zufall abhängt, wenn es eine solche Funktion einer veränderlichen (eventl. auch ihrem Werte nach unbekannten oder absichtlich ignorierten) Ursache oder Teilbedingung x ist, daß sein Eintreten oder Nichteintreten von einer sehr kleinen Änderung des x abhängt („klein“ im Verhältnis zum Schwankungsbereich des x).

Dieser populäre Zufallsbegriff eignet sich jedoch nicht als Grundlage eines exakt definierbaren Wahrscheinlichkeitsbegriffes. Von einem die Größe y betreffenden mathematischen Wahrscheinlichkeitsgesetz $W(y)$ kann man erst dann sprechen, wenn die Kausalrelation $y = f(x)$ außer der erwähnten Eigenschaft noch eine spezielle besitzt: nämlich wenn die Verteilung der y , wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, unabhängig ist von der Art der Verteilungsfunktion $\varphi(x)$, welche die relative Häufigkeit der x bestimmt (vorausgesetzt, daß die Funktion $\varphi(x)$ einen „regelmäßigen“ Verlauf habe).

Eine hierzu hinreichende mathematische Bedingung läßt sich für den Fall einer einzigen unabhängigen Variablen leicht aufstellen, wenn man die früher dargelegten Beispiele ins Auge faßt. Es genügt nämlich, daß die Funktion $y = f(x)$ einen derartigen „oszillierenden“ Charakter habe, daß:

1. für jeden x_0 -Wert in dem Schwankungsbereich Ω ein solches, im Verhältnis zu Ω äußerst kleines Δx angebar ist, daß die Funktion $y = f(x) = f(x_0 + \varepsilon \Delta x)$ sämtliche y -Werte (innerhalb gewisser Grenzen) durchläuft, sobald die Variable ε die Werte von 0 bis 1 durchläuft;
2. daß der Bruchteil des ε -Gebietes, welcher einem gewissen Gebiet von y -Werten entspricht, für alle innerhalb Ω gelegenen x_0 -Punkte (annähernd) gleich groß ist.

Für jedes x gibt es also einen kleinsten Bereich Δx , welchem eine Variation über alle Werte y entspricht, und die Größe desselben definiert gewissermaßen die Struktur der Kausalfunktion $f(x)$; je „feinkörniger“ dieselbe ist, d. h. je kleiner jene Δx sind, desto geringer sind die Anforderungen, welche man betreffs der „Regelmäßigkeit“ der primären Verteilungsfunktion $\varphi(x)$ stellen muß, um ein von der Art derselben unabhängiges Resultat für die Verteilung $W(y)$ zu erhalten.

Natürlich ist dabei umgekehrt ein jeder y -Wert durch eine Menge verschiedener x realisierbar, d. h. die inverse Funktion ist in hohem Grade *vieldeutig*: die gleiche Wirkung kann durch sehr verschiedene ursächliche Konstellationen hervorgebracht werden — ebenfalls ein sehr charakteristischer Zug jener Kausalrelationen, welche die Entstehung von Wahrscheinlichkeitsgesetzen veranlassen.

Spezielle Beispiele derartiger funktionaler Zusammenhänge sind leicht zu geben, z. B.:

$y = \sin\left(\frac{x}{\alpha}\right)$. Setzen wir voraus, daß α äußerst klein ist im Vergleich zum Schwankungsbereich der „Ursache“ x , so wird auch $\Delta x = \frac{2\pi}{\alpha}$ sehr klein, und es resultiert für die „Wirkung“ y eine von der Wahrscheinlichkeit der x weitgehend unabhängige Häufigkeitsverteilung:

$$W(y) dy = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-y^2}} dy.$$

Noch einfacher ist der früher betrachtete Fall der rotierenden Scheibe. Hierbei nehmen wir als x die Zeit t an, zu welcher der Schuß losgeht, als y die Winkeldistanz Θ des Treffpunktes in der Scheibenebene (von einem bestimmten Radius derselben ab gerechnet). Es ist also: $\Theta = ct - 2n\pi$, wobei die Winkelgeschwindigkeit c eine sehr große Zahl sein soll und n immer so gewählt wird, daß Θ zwischen 0 und 2π gelegen sei. Der Bereich Δx ist offenbar auch in diesem Falle gleich $\Delta x = \frac{2\pi}{c}$, und es werden alle Winkel Θ gleich wahrscheinlich sein, wenn diese Größe klein ist im Vergleich mit dem Schwankungsbereich der Ursache.

Es gibt jedoch außerdem noch zahlreiche der mathematischen Analyse nicht so leicht zugängliche Fälle, in denen rein physikalische Vorrichtungen die Unabhängigkeit des resultierenden Wahrscheinlichkeitsgesetzes von der Art und Ursache der primären Schwankungen mit beliebiger Annäherung hervorbringen. Als typische derartige Fälle seien nachstehende Beispiele etwas eingehender besprochen:

I. *Das Galtonsche Brett*. Es besteht aus einem geneigt aufgestellten Brett, in welches eine große Anzahl von Stiften, in regelmäßigen Horizontalreihen angeordnet, eingeschlagen wurden, und zwar ist die Anordnung derselben eine alternierende, so daß die Stifte jeder Reihe den Öffnungen der beiden benachbarten Reihen entsprechen. Werden nun von einem gegebenen Punkt aus Kugeln von passender Größe (so daß ihr Durchmesser wenig kleiner sei als der freie Abstand zwischen zwei benachbarten Stiften) über das Brett rollen gelassen, so werden sie infolge der Zusammenstöße mit jenen Stiften aus ihrer Bahn in unregelmäßiger Weise abgelenkt und sammeln sich schließlich nach Passierung sämtlicher Stiftreihen in den am unteren Brettrande

angebrachten Behältern an, so daß die Höhe, zu der sie in denselben reichen, direkt als Maß der Wahrscheinlichkeit der betreffenden Lage dienen kann.

Es zeigt sich, daß sie sich daselbst gemäß dem Gaußschen Fehlergesetz: $y = A e^{-ax^2}$ anordnen, so daß die meisten sich in der Fallinie des Ausgangspunktes ansammeln, während ihre Zahl nach beiden Seiten zu nach Maßgabe der bekannten Glockenkurve abnimmt. Dieses Resultat ist mathematisch leicht erklärlich, sobald man annimmt, daß eine jede Kugel nach dem Austritt aus der Öffnung zwischen zwei Stiften gleiche Wahrscheinlichkeit dafür bietet, daß sie die nächste Stiftreihe zur Rechten oder zur Linken des darunterstehenden Stiftes passieren werde.

Erfolgt nämlich dieser Vorgang ganz zufällig, mit gleicher Wahrscheinlichkeit für rechts und links, so läßt sich die Wahrscheinlichkeit, daß die Kugel beim Passieren der m ten Stiftreihe eine dem n -fachen Nagelabstand gleiche seitliche Entfernung aus der Mittellinie besitze, nach dem bekannten Bernoullischen Satze zu

$$W(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^m \frac{m!}{\left(\frac{m}{2} - n\right)! \left(\frac{m}{2} + n\right)!}$$

bestimmen, was für große Werte der Zahl m angenähert in die vorerwähnte Formel übergeht. Es wird also die komplizierte Gesamterscheinung auf einfache Elementarvorgänge zurückgeführt, aber es bleibt noch aufzuklären, wieso letztere als ganz zufällig angesehen werden können, obwohl eigentlich die Anfangslage und Anfangsgeschwindigkeit der Kugel die weitere Bewegung derselben eindeutig bestimmen sollte.

Um unkontrollierbare Nebenumstände möglichst auszuschalten, idealisieren wir das Beispiel durch Voraussetzung vollständiger Glattheit der schiefen Ebene, exakter Anordnung der Stifte, exakter Kugelgestalt der Kügelchen und nehmen wir ferner an, der Kugeldurchmesser sei fast genau gleich dem freien Abstand der Stifte, und die Stöße der Kugeln an letzteren mögen unelastisch verlaufen. Offenbar ist dann die nach Austritt der Kugel zwischen zwei Stiften spurenweise übrig bleibende Horizontalkomponente der Geschwindigkeit allein maßgebend dafür, ob der nächste Stift auf der rechten oder linken Seite getroffen wird, ob also die Kugel denselben auf der einen oder anderen Seite passieren wird. Jene Horizontalkomponente ist aber das Resultat vielfacher Reflexionen der Kugel zwischen jenen zwei Stiften und ist durch die Lage der Zentrillinie beim ersten Stoß zu der betreffenden Stiftreihe eindeutig bestimmt. Eine ganz minimale Lagenänderung dieser Zentrillinie genügt, um zu bewirken, daß die Richtung jener Horizontalkomponente umgekehrt wird; bei weiterer äußerst geringer Lagenänderung wird dieselbe wieder umgekehrt usw.

Wir erkennen im Obigen die wesentlichen

Züge des „geregelten“ Zufalls: 1. „Kleine Ursache — große Wirkung“; 2. den oszillierenden Charakter der Kausalrelation, welcher sich ungenau, aber bezeichnend auch durch die Worte ausdrücken läßt: „Verschiedene Ursachen — gleiche Wirkungen“; 3. die annähernd gleichmäßige Verteilung der Chancen der Elementarereignisse. Im Grenzfall, wenn der Kugeldurchmesser genau gleich dem freien Abstand der Stifte ist, verliert die Funktion, welche den Zusammenhang zwischen Anfangskonstellation und Endlage der Kugel darstellt, den analytischen Charakter. Die Chancen für eine positive und negative Verschiebung werden bei jedem Stoß genau gleich groß, und es wird sich die Gaußsche Glockenkurve herstellen, ganz unabhängig davon, wie klein auch die Schwankung der Anfangskonstellation der Kugeln sei (vorausgesetzt, sie ist nicht genau gleich Null). Wir erhalten ein Modell eines sozusagen ideal zufälligen Vorganges.

Dieser Vorgang bildet, nebstbei bemerkt, eine treffliche Illustration einer ganzen Klasse physikalischer Erscheinungen, welche wir im allgemeinen als Diffusion und Wärmeleitung zu bezeichnen pflegen. Ohne an dieser Stelle in Einzelheiten einzugehen, erwähnen wir beispielsweise, daß die seitlichen Verschiebungen, welche die Kugel beim Hindurchrollen durch die aufeinanderfolgenden Stiftreihen erfährt, genau mit den der sogen. Brownschen Molekularbewegung entsprechenden Verschiebungen übereinstimmen. Und würden wir diese Versuche dadurch modifizieren, daß wir ein „begrenztes Galtonsches Brett“ verwenden, dessen Seitenausdehnung durch zwei in der Fallinie verlaufende Leisten begrenzt ist, und daß wir aus allen Öffnungen der obersten Stiftreihe auf der rechten Hälfte des Brettes schwarze, auf der linken Hälfte weiße Kügeln austreten lassen, so würde deren allmähliche Vermischung beim Passieren der Stiftreihen genau der Diffusion zweier Gase in den bekannten Versuchen Loschmidts entsprechen. Besitzt das „begrenzte Galtonsche Brett“ eine hinreichende Länge, so muß eine homogene Endverteilung resultieren.

II. Ein in mathematischer Hinsicht komplizierteres, aber physikalisch noch einfacheres Beispiel ist das folgende: Denken wir uns ein unregelmäßig, aber im übrigen beliebig geformtes Gefäß mit vollkommen reflektierenden Wänden, in welches wir durch ein sehr kleines, in einer Wand angebrachtes Loch ein elastisches Kügelchen (am besten ein Gasmolekül) hineinschleudern, und überlegen wir, wann das Kügelchen wieder durch jenes Loch aus dem Gefäß austreten dürfte. Sofern die Öffnung im Verhältnis zur ganzen Wandfläche genügend klein ist, wird die Kugel im allgemeinen infolge der vielfachen Reflexionen einen äußerst komplizierten Zickzackweg zurücklegen müssen, bis sie die Austrittsstelle erreicht, und es ist klar, daß eine ganz minimale Änderung der Anfangsrichtung noch längere Zeit

eine sehr erhebliche Änderung der Bahn und damit auch eine bedeutende Änderung der Austrittszeit hervorrufen muß. Ebenso begreift man, daß dieselbe Austrittszeit mittels sehr verschiedener Anfangskonstellationen zu erreichen ist — man braucht hierzu nur verschiedene Austrittsbahnen rückwärts zu verfolgen. Es scheint also die Möglichkeit einer Wahrscheinlichkeitsberechnung gegeben zu sein.

Allerdings ist eine exakte mathematische Analyse wohl noch nicht durchgeführt worden, aber physikalische Überlegungen aus dem Gebiete der kinetischen Gastheorie, wie auch der Strahlungstheorie, wo dasselbe Problem in anderer Form zur Sprache kommt, machen es plausibel, daß bei ganz beliebiger Verteilung der Anfangsrichtungen im Laufe der Zeit eine Ausgleichung der Wahrscheinlichkeit stattfindet, so zwar, daß dann jedes Volumelement jenes Hohlraumes für die Kugel einen gleich wahrscheinlichen Aufenthaltsort bildet, daß sie sich in irgend einer Richtung gleich wahrscheinlich bewegt und daß sie durchschnittlich auf jedes Flächenelement der Gefäßwand gleich häufig auftritt.

Wird die Geschwindigkeit der Kugel mit c , das Volumen des Gefäßes mit V , und der Querschnitt der freien Öffnung mit ω bezeichnet, so läßt sich nach Analogie mit gastheoretischen Rechnungen leicht nachweisen, daß die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Austritt der Kugel während des Zeitraumes τ erfolge, beträgt:

$$W = \frac{\omega c \tau}{4 V};$$

also ist die durchschnittlich bis zum Austritt der Kugel aus dem Gefäß verfließende Zeit:

$$T = \frac{4 V}{\omega c}.$$

Im noch weit höherem Grad kommen übrigens die charakteristischen Züge des (geregelten) Zufalls zur Geltung, wenn es sich um die Bewegung einer Schar von Kugeln handelt, welche in ein geschlossenes Gefäß eingesetzt werden, da dann die gegenseitigen Zusammenstöße derselben vor allem die Wirkung haben, den ursprünglich vorhandenen Bewegungszustand in unregelmäßiger Weise zu stören.

Es ist das ein Spezialfall der von Boltzmann als allgemeine Eigenschaft molekularer Systeme erkannten Tendenz zur molekularen Unordnung, auf welcher die kinetische Erklärung des Entropiesatzes beruht.

V.

Die Überlegungen, durch die wir im Abschnitt III und IV das Wesen des Zufalls zu charakterisieren und die Gesetzmäßigkeit seiner Wirkungen zu erklären suchten, scheinen mir, wie bereits vorher angedeutet wurde, in zweifacher Hinsicht nicht ganz befriedigend zu sein:

1. Es wurde angenommen, daß die „Ursache“ x ein Wahrscheinlichkeitsgesetz $\varphi(x)$ befolgt,

also wurde dieser Begriff als etwas Primäres vorausgesetzt. Gegenstand der Erklärung war nur die Unveränderlichkeit des Wahrscheinlichkeitsgesetzes für die resultierende Wirkung.

2. Es wurden gewisse Eigenschaften der Funktion $\varphi(x)$ vorausgesetzt, welche wir als „Regelmäßigkeit“ bezeichnet haben.

Diese zwei Bemerkungen machen uns vor allem auf einen mehr formalen Mangel unserer Darstellung aufmerksam. Was bedeutet es nämlich, wenn wir sagen, daß die Wahrscheinlichkeit des Eintretens des x (Handbewegung beim Ingangsetzen der Roulette, Orientierung des fallengelassenen Würfels, der Kugel auf dem Galtonschen Brett) durch eine regelmäßige Verteilungsfunktion $\varphi(x)$ bestimmt ist? Handelt es sich um ein x , welches wir nicht auf noch frühere Ursachen zurückführen können, so wäre das Gesetz $\varphi(x)$ nur empirisch erkennbar. Unmittelbar gegeben sind aber nur diskrete Einzelfälle, und erst durch Abstraktion auf Grund unzählig vieler Spezialfälle kommt man dazu, auf deren Grund die Häufigkeitsfunktion $\varphi(x)$ zu formulieren, von welcher die Eigenschaft (2) vorausgesetzt wird.

Es wäre also weit rationeller, den Umweg über die abstrakte Verteilungsfunktion $\varphi(x)$ zu vermeiden und direkt nur eine gewisse Menge von Einzelfällen in Betracht zu ziehen. Versuchen wir also anstatt der hervorgehobenen Stelle des IV. Abschnittes folgenden Satz zu setzen: Von einer mathematischen Wahrscheinlichkeit kann nur dann die Rede sein, falls die den kausalen Zusammenhang zwischen zufälliger¹⁾ Ursache x und Wirkung y darstellende Funktion $y = f(x)$ derart beschaffen ist, daß einer beliebig verteilten Menge von x -Werten immer annähernd eine und dieselbe Verteilung der zugehörigen y -Werte entspricht. Dabei soll das Wörtchen „annähernd“ ausdrücken, daß exakte Identität der y -Verteilungen nur bei unendlich zahlreichen Einzelfällen (Mengen) zu erwarten ist.

Am klarsten übersieht man diese Verhältnisse bei der rotierenden Scheibe: im allgemeinen wird dieselbe von den Treffpunkten ungefähr gleichförmig überdeckt sein, falls eine genügende Anzahl von Schüssen in beliebigen Zeitintervallen abgegeben wird, und die Verteilung der Trefferdichte auf der Scheibe wird verhältnismäßig desto gleichförmiger sein, je größer die Anzahl der Schüsse. Nun sind aber offenbar auch ganz abweichende Ergebnisse möglich. Wären z. B. alle Zeitintervalle gleich und mit der Umlaufzeit der Scheibe kommensurabel, so würden sich alle Treffpunkte auf gewisse Stellen konzentrieren, während der Rest der Scheibe leer bleiben würde. Das wäre ein entscheidender Einwand gegen die Anwendbarkeit der in Rede stehenden Formulierung unseres Satzes, wenn uns nicht die Erwägung zu Hilfe käme, daß derlei abweichende

¹⁾ „Zufällig“ in dem vorher definierten Sinne.

Anordnungen nur gewisse „singuläre“ Ausnahmefälle bilden, deren Häufigkeit im Verhältnis zu allen möglichen Anordnungen offenbar verschwindend klein ist. In der Mengenlehre beweist man bekanntlich, daß es — populär ausgedrückt — unendlichmal so viele irrationale Zahlen gibt als ganze Zahlen, und in analoger Weise sieht man ein, daß unter allen möglichen Intervalllängen diejenigen, welche mit der vorgegebenen Umlaufzeit kommensurabel sind, nur einen unendlich kleinen Bruchteil bilden. Werden also aufs Geratewohl verschiedene Intervalllängen gewählt, so ist es unendlich wenig wahrscheinlich, daß man gerade solche treffen werde, welche mit der vorgegebenen exakt kommensurabel sind. Somit wird „im allgemeinen“ eine annähernd *gleichförmige* Überdeckung der Scheibe resultieren.

Analoges gilt auch in anderen Fällen. Hat z. B. das im Abschnitt IV (2) erwähnte Gefäß die Gestalt eines „mathematischen Würfels“, so ist leicht einzusehen, daß die hineingeschleuderte Kugel sich trotz beliebig vieler Reflexionen nur in einer von acht bestimmten Richtungen bewegen kann. Es genügt aber eine beliebig kleine Abweichung der Neigungswinkel der Wände, um diese Anordnung nach entsprechend langer Zeit zum Verschwinden zu bringen und sämtliche Richtungen des Raumes für die Bewegung der Kugel gleich wahrscheinlich zu machen. Falls also nicht ein speziell „ad hoc“ mathematisch genau konstruiertes Gefäß ausgedacht wird, so müssen innerhalb einer Schar derartiger Kugeln die Reflexionen derselben an den Gefäßwänden (außerdem auch die gegenseitigen Zusammenstöße!) eine *Gleichverteilung* der Bewegungsrichtungen im Raume hervorbringen.

Bis in alle Einzelheiten lassen sich diese Verhältnisse in einem ähnlichen, aber zweidimensionalen Beispiele übersehen, in welchem die mit den Reflexionen an den Wänden verbundenen Diskontinuitäten vermieden werden sollen. Stellen wir uns einen Punkt vor, welchen wir unter Einfluß willkürlich gewählter, voneinander unabhängiger elastischer Kräfte X, Y eine zusammengesetzte Schwingungsbewegung: $x = a \sin \alpha t$, $y = b \sin \beta t$, ausführen lassen, wie dies beispielsweise bei der Darstellung der Lissajouschen Figuren in der Akustik geschieht.

Würde es uns gelingen, die betreffenden elastischen Systeme (Stimmgabeln) derart abzugleichen, daß die beiden Schwingungszahlen miteinander kommensurabel werden, so würde der betreffende Punkt nur eine geschlossene Kurve in periodischer Weise zurücklegen, ohne die übrigen Teile der Fläche des Rechteckes ab zu durchstreichen. Kommt aber hierbei mathematische Genauigkeit in Betracht, so würde dies offenbar einen ganz ausnahmsweisen Spezialfall bilden, welchen wir mit menschlichen Hilfsmitteln nie zu erreichen hoffen können, da es unendlich wahrscheinlicher

ist, daß sich ein irrationales Verhältnis der Schwingungszahlen einstellt. Im allgemeinen entsteht also eine ungeschlossene Kurve, welche jedem innerhalb des Rechteckes ab gelegenen Punkte beliebig nahe kommt, und zwar findet man leicht, daß die relative Häufigkeit (gleich der relativen Zeitdauer), mit welcher der schwingende Punkt in einem gewissen, an der Stelle x, y gelegenen Flächenelement angetroffen wird, gegeben ist durch:

$$W(x, y) dx dy = \frac{1}{\pi^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{a^2 - x^2} \sqrt{b^2 - y^2}} dx dy,$$

und zwar ist dieses Wahrscheinlichkeitsgesetz, wie wir sehen, von der Art der Festsetzung der Schwingungszahlen (bzw. der Kräfte X, Y) im allgemeinen ganz unabhängig. — Bemerkt sei dazu noch, daß durch die obigen Schwingungsgleichungen zu jedem Punkt der durchlaufenen Fläche eine (bzw. zwei) Fortschreitungsrichtung und eine gewisse Bewegungsgeschwindigkeit zugeordnet ist. Falls nun anstatt eines einzigen, vom Nullpunkt ausgehenden Punktes eine ganze Schar derartiger, aber anfangs willkürlich über jene Fläche verteilter Punkte gemäß jenen Formeln in Bewegung gesetzt wird, so ergeben ganz analoge Überlegungen wie vorher, daß im allgemeinen nach entsprechend langer Zeit die Spuren der ursprünglichen Anordnung der Punkte verschwinden, und eine von der Art derselben unabhängige Verteilung nach Maßgabe des eben angeführten Wahrscheinlichkeitsgesetzes resultiert.

In ähnlicher Weise ist leicht einzusehen, daß andauerndes Durchrühren zweier in einem Gefäß anfänglich gesonderter Farbstofflösungen im allgemeinen eine homogene Mischung bewirkt, daß eine Schar von Gasmolekülen, welche in einem geschlossenen Räume ursprünglich beliebig angeordnet wurden, sich im allgemeinen im Laufe der Zeit über denselben ohne Rücksicht auf die anfängliche Anordnung so verteilt, als ob ihre Lagen ganz zufällig (mit gleicher Wahrscheinlichkeit für alle Volumelemente) wären. Dies rechtfertigt eben die Benützung der üblichen Methoden der kinetischen Gastheorie zur Berechnung solcher Größen, in denen die Durchschnittswirkung einer großen Molekülzahl zum Vorschein kommt.

In allen derartigen Fällen sind singuläre Ausnahmefälle theoretisch möglich, kommen aber wegen ihrer verschwindend geringen Wahrscheinlichkeit praktisch nicht in Betracht. Wenn wir aber, um diesbezüglichen Einwänden zu begegnen, deren Möglichkeit in der Formulierung unseres vorherigen Satzes (S. 259) berücksichtigen, so müssen wir in demselben das Wörtchen „immer“ durch den Ausdruck „im allgemeinen“ — d. h. mit Ausnahme prozentuell verschwindend wenig zahlreicher Ausnahmefälle — ersetzen.

Vielleicht ist aber folgende, etwas präzisere Form vorzuziehen: Für eine Wirkung y , welche von der unvollständig bestimmten Ursache x ab-

hängt, besteht ein Wahrscheinlichkeitsgesetz, wenn die den betreffenden kausalen Zusammenhang darstellende Funktion $y = f(x)$ gewisse Eigentümlichkeiten besitzt, nämlich wenn:

1. kleine Änderungen von x im allgemeinen große Änderungen von y hervorrufen;
2. die Menge solcher Gruppierungen von x -Werten, welchen annähernd eine und dieselbe Gruppierung von y -Werten entspricht, unermesslich zahlreicher ist als die Menge der x -Gruppierungen, welchen merklich abweichende y -Verteilungen entsprechen.

Vom mathematischen Standpunkt aus wäre dieser Satz gewiß noch schärfer zu fassen, aber die obige Formulierung dürfte den Grundgedanken, auf welchen es hier ankommt, in genügend verständlicher Weise hervorheben. Wir machen auf einen Umstand noch ausdrücklich aufmerksam, welcher in dem eben Gesagten wie auch in fast allen unseren Beispielen klar zutage tritt: vollständige Zufälligkeit und dementsprechende Reinheit der Wahrscheinlichkeitsrelation bildet offenbar einen *Idealfall*, welcher in Wirklichkeit mit größerer oder geringerer *Annäherung* erreicht wird. In den praktischen Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist man meist durch eine sehr rohe Annäherung vollkommen befriedigt.

VI.

Noch wichtiger als die mehr formale Frage, die uns im vorigen Abschnitt hauptsächlich beschäftigte, scheint mir die Frage nach der *eigentlichen Genese des Zufalls* zu sein, welche durch den ersten der beiden daselbst erwähnten Einwände nahegelegt wird, teilweise allerdings auch schon in den betreffenden Beispielen ihre Beantwortung findet. Die zufällige Variabilität der Ursachen, auf welche sich unsere ursprüngliche Erklärung des Gesetzes der großen Zahlen stützte, ist ohne weiteres verständlich, wenn es sich um Experimente handelt, welche von menschlicher Hand ausgeführt werden; es wird da der Zufall in letzter Linie auf psychologisch-physiologische primäre Ursachen zurückgeführt. Wenn aber der Mensch, samt seinen unberechenbaren launischen Einfällen, ganz ausgeschaltet wird, wenn man annimmt, daß die einen physikalischen Vorgang bestimmenden Umstände ganz exakt definiert sind, kann da der Begriff der Wahrscheinlichkeit keine Anwendung finden?

Meist wird dies behauptet, während uns die Beispiele der beiden vorhergehenden Abschnitte eines Besseren belehren. Wird eine einzige Kugel in ganz bestimmter Weise auf ein „begrenztes“ Galtonsches Brett gesetzt, dessen Stiftreihen außerordentlich zahlreich sind, und entwirft man eine Statistik der Stellen, wo sie die nacheinanderfolgenden Reihen passiert, so wird man finden, daß alle Werte der Abszissen annähernd gleich häufig vorkommen; sie sind gleich wahrscheinlich, und diese Behauptung bezeichnet hier eine objektive, vom Menschen unabhängige Tat-

sache. Im Beispiele (2) läßt sich der Ort, welchen die in bestimmter Richtung hineingeschleuderte Kugel in einem bestimmten Zeitpunkt einnehmen wird, theoretisch voraus berechnen, falls die Gestalt des Gefäßes mathematisch exakt gegeben ist, aber ohne weiteres ist ersichtlich, daß alle Bewegungsrichtungen im Laufe der Zeit gleich häufig vorkommen, und daß die Kugel alle Teile des Gefäßes annähernd gleich häufig passieren wird.

Ebenso ist im Beispiele der zusammengesetzten Schwingung (V. Abschnitt) die Wahrscheinlichkeit ganz klar definiert als *relative Häufigkeit*, mit welcher der bewegliche Punkt (innerhalb langer Zeiträume) in einem gewissen Flächengebiet anzutreffen ist, obwohl dabei von einer Variation der die Bewegung bestimmenden Anfangsbedingungen gar nicht die Rede ist.

Es läßt sich nämlich der Begriff der objektiven Wahrscheinlichkeit in ganz analoger Weise auf alle solche unvollständig determinierten („zufälligen“ im früher dargelegten Sinne) Erscheinungen anwenden, bei welchen *dieselbe Art Elementarvorgang* (eventuell mit variablem „Parameter“) *im Laufe der Zeit immer wieder wiederholt*. Bekanntlich beweist die statistische Mechanik, daß derlei Bewegungsvorgänge durchaus nicht selten sind; im Gegenteil, es gehören dazu, laut einem Satze von *Poincaré*, die Bewegungen aller „endlichen“ mechanischen Systeme konservativer Art. Sie sind sämtlich „quasiperiodisch“ (in speziellen Fällen exakt periodisch), d. h. daß sich der (beliebige) Anfangszustand im Laufe der Zeit mit beliebiger Annäherung wiederholt. Handelt es sich übrigens um Bewegungen molekularer Systeme, so wird die Häufigkeit gleichartiger Fälle noch durch den Umstand ganz außerordentlich vermehrt, daß die Individualität chemisch identischer Moleküle für physikalische Erscheinungen gleichgültig ist.

Um die Gesetze des physikalischen Zufalls und den Begriff der objektiven, vom Menschen vollständig unabhängigen Wahrscheinlichkeit noch klarer zu verstehen, wollen wir schließlich noch einen Vorgang näher betrachten, den man geradezu als den vollkommensten Typus dessen betrachten kann, was „zufällig“ genannt wird, d. i. den radioaktiven Atomzerfall. Bekanntlich erleiden die Atome des Radiums im Laufe der Zeit eine Umwandlung, indem sie sich durch explosive Abscheidung je eines α -Teilchens in Atome der Emanation transformieren. Dabei läßt sich aber an den Radiumatomen keinerlei progressive Evolution (nach Art des Alterns der Organismen) wahrnehmen. Wann ein beliebiges, gerade ins Auge gefaßtes Atom eine Umwandlung erleidet, das ist absolut zufällig, und es läßt sich das in keiner Weise weder beeinflussen noch voraussehen. Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein solcher Prozeß gerade im Zeitraum dt stattfindet, ist ebenso groß für „junge“ wie für „alte“ Atome

und läßt sich somit mathematisch durch die einfache Beziehung: $W dt = \lambda dt$ ausdrücken, wo λ eine absolute Konstante ist, welche durch keine uns bekannten Agentien verändert werden kann.

Auf Grund des vorher Gesagten kann man nun ohne weiteres ein Modell des in dieser Erscheinung zum Vorschein kommenden Zufalls geben: das öfters erwähnte Gefäß des IV. Abschnittes mit der hineingeschleuderten Kugel. Wir bemerkten schon a. a. O., daß für die Kugel eine unveränderliche Austrittswahrscheinlichkeit besteht, und man braucht nur die Größe derselben gleich der radioaktiven Umwandlungskonstante zu setzen: $\lambda = \frac{\omega c}{4V}$. Hätten wir eine große Anzahl

derartiger Gefäße von gleichem Volumen und würde in jedem derselben eine solche Kugel in anderer Richtung in Bewegung gesetzt, so würden die beiden in Rede stehenden Ereignisse — Heraustritt einer Kugel aus einem der Gefäße und Abschleuderung eines α -Teilchens aus einem der Radiumatome (von gleicher Anzahl) — in vollständig analoger Weise vor sich gehen.

Selbstverständlich glaube ich nicht, daß die Radiumatome wirklich einen derartigen Bau besitzen, aber es kommt uns nur auf die prinzipielle Möglichkeit der Konstruktion eines rein physikalischen Modells des „geregelten“ Zufalls an. Sie beweist jedenfalls, daß der scheinbare Widerspruch, welchen die im II. Abschnitt aufgeworfene Frage (2) betonte, in Wirklichkeit nicht besteht, und daß der Zufall — in dem in der Physik gebräuchlichen Sinne des Wortes — sehr wohl durch exakt definierte, gesetzmäßige Ursachen hervorgebracht werden kann.

Naturgemäß spielt diese Art Zufall die maßgebende Rolle in der Welt der Moleküle, und es gibt manche hierher gehörige Erscheinungen, wie z. B. die Brownsche Molekularbewegung, welche das Wesen desselben in äußerst anschaulicher Weise erkennen lassen. Man könnte vielleicht, um solche Fälle den durch willkürliches Eingreifen eines Organismus verursachten gegenüber zu stellen, von „molekularem“ und „physiologischem“ Zufall sprechen; diese beiden Arten werden sich auch oft zu komplizierteren Zufallserscheinungen verketteten.

Wenn beispielsweise ein Draht durch wachsende Spannung, eine Hohlkugel durch inneren Überdruck beansprucht wird, so sagt man, der Ort, wo ein Bruch stattfindet, die Form der Bruchstücke, hänge vom Zufall ab. Den wirklichen Grund können kleine Ungleichförmigkeiten der Dicke und dergl. bilden, welche indirekt auf den physiologischen Zufall bei Herstellung des betreffenden Objektes zurückzuführen sind. Aber auch wenn diese durch genügend große Sorgfalt, entsprechende maschinelle Vorrichtungen beliebig klein gemacht sind, bleiben zufällige Ungleichförmigkeiten im Gefüge des Materials, welche vom

molekularen Zufall herrühren. Wird beim Guß der Hohlkugel auch noch so vorsichtig verfahren, es müssen derartige Ungleichförmigkeiten eintreten. Das Erstarren beruht nämlich auf der Bildung von Kristallisationskernen in der unterkühlten Schmelze; die Zahl und Anordnung derselben werden aber außer von gesetzmäßigen Einflüssen (Geschwindigkeit der Abkühlung und dergl.) in ausschlaggebender Weise vom molekularen Zufall bestimmt; der letztere ist somit für die faktisch entstehende mikrokristallinische Struktur des Stückes verantwortlich, von welcher die Festigkeitseigenschaften abhängen. Daß hier zufällige Molekularkonstellationen so merkbare Folgen nach sich ziehen, beruht, nebstbei bemerkt, wieder darauf, daß es sich dabei in letzter Linie um Überschreitungen labiler Gleichgewichtszustände handelt.

Auf die weiter sich aufdrängenden Fragen, ob sich alle Zufallserscheinungen auf die obigen zwei Typen zurückführen lassen, und inwiefern vielleicht im Grunde genommen auch der „physiologische“ im „molekularen“ wurzelt, wollen wir nicht weiter eingehen. Überhaupt sei nochmals wiederholt, daß unsere Studie durchaus nicht eine erschöpfende Analyse aller mit dem Wahrscheinlichkeitsbegriff zusammenhängenden Probleme geben sollte. Es scheint uns aber ein auch für den Philosophen äußerst wichtiges Ergebnis zu sein, wenn sich auch nur auf einem beschränkten Gebiet — dem der mathematischen Physik — zeigen läßt, daß der Begriff der Wahrscheinlichkeit, in der üblichen Bedeutung eines gesetzmäßigen Häufigkeitswertes zufälliger Ereignisse, eine streng objektive Bedeutung besitzt, daß man den Begriff und die Genese des Zufalls genau präzisieren kann, auch wenn man am Determinismus festhält, und daß sich dabei das Gesetz der großen Zahlen nicht als ein mystisches Prinzip und nicht als rein empirischer Erfahrungssatz, sondern als ganz einfache mathematische Folge der speziellen Form ergibt, welche in derlei Fällen den kausalen Zusammenhang darstellt.

Vielleicht ist es nicht überflüssig, schließlich noch zu bemerken, daß der Wahrscheinlichkeitsrechnung im Sinne dieser Auffassungsweise natürlich nicht der Wert eines von den sonstigen Naturerkenntnissen unabhängigen, neuen Forschungsprinzipes zukommt, da sie ja nur eine vereinfachende statistische Schematisierung gewisser in der Natur sehr häufig auftretender funktionaler Zusammenhänge bildet, deren exakte Untersuchung infolge großer Kompliziertheit sehr erschwert ist. Bei der charakteristischen Entwicklung der heutigen Physik im Sinne einer Auflösung der physikalischen Erscheinungen in „verborgene“ Teilereignisse spielen Zufälligkeit und Wahrscheinlichkeit eine wichtige Rolle als anschauliche, abklärende Hilfsbegriffe, könnten aber zur Not auch vollständig entbehrt werden, indem sich jene schematisierenden Methoden durch exakt statistische Berechnungen vertreten

lassen sollten¹⁾. Die hier skizzierte Theorie macht

¹⁾ Darin besteht wohl der wesentliche Unterschied zwischen der kinetischen Gastheorie (*Maxwell, Boltzmann* u. a.) und der statistischen Mechanik (*Gibbs*), daß sich erstere auf gewisse, zwar recht plausible, aber nicht exakt bewiesene Zufalls- und Wahrscheinlichkeitsideen stützt, während letztere (wenigstens im Programm, wenn auch nicht ganz in der Durchführung) unter Vermeidung derselben auf exakt statistische Methoden aufgebaut ist.

uns allerdings auch den Grund begreiflich, warum die Anwendung jener Begriffe unter Verschleierung der Details der funktionellen Zusammenhänge doch hinreichend genaue Endergebnisse zu liefern pflegt, und wir verstehen, daß sie namentlich im Gebiet solcher empirischen Wissenschaften, wo eine exakte mathematische Untersuchung der Teilereignisse ausgeschlossen ist, ein unschätzbares Hilfsmittel bildet.

Die Naturwissenschaftliche Fakultät der *Universität Frankfurt a. Main* hat „dem Geheimen Regierungsrat Professor Dr. phil. *Max Planck*, dem Begründer der Quantentheorie und Entdecker des Gesetzes der Energieverteilung im Spektrum der Hohlraumspiegelung zu seinem 60. Geburtstage ehrenhalber Titel und Würde eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. phil. nat. h. c.)“ verliehen und hat ihm durch Professor *von Laue* eine Adresse überreichen lassen, die den folgenden Wortlaut hat:

Hochverehrter Herr Kollege!

Die siegende Kraft, durch welche Sie zu einem Führer im Reiche der physikalischen Weltanschauung geworden sind, wurzelt unseres Erachtens in dem Bedürfnis Ihres Forschergeistes nach unbedingter Klarheit über die Grundlagen, auf denen sich dies Weltbild aufbaut. Anschaulichkeit verbunden mit begrifflicher Schärfe sind immer die beiden Forderungen, welche Sie an diese Grundlagen stellen.

In diesem Bestreben haben Sie uns zunächst das Meisterwerk Ihrer Thermodynamik gegeben und ein Lehrgebäude der theoretischen Physik von unnachsichtlicher Strenge daran angeschlossen. Die sich auf solche Art ergebende Einheitlichkeit, welche auch die chemischen Erscheinungen weitgehend umfaßt, haben Sie mit Recht als die beste Stütze seiner Zuverlässigkeit angesehen. Von der statischen Wärmelehre ausgehend haben Sie, als *Ludwig Boltzmanns* ebenbürtiger Nachfolger, in Ihrer Strahlungstheorie ein vollkommen neues Gebiet der naturwissenschaftlichen Forschung erschlossen; denn hier, wo sich die Einheitlichkeit des physikalischen Weltbildes, als voreilig geschaffen erwies, waren es wiederum Sie, der sie, den Zeitgenossen weit vorausseilend, durch die Schöpfung der seither so erfolgreichen Quantentheorie zerstörte in der festen Zuversicht auf eine bessere und schönere Wiederherstellung. Die Krönung Ihres Werkes, das Strahlungsgesetz, wird, solange es Physiker gibt, Ihren Namen unvergänglich machen.

In diesem großen Wurf rücksichtslosester Forscherehrlichkeit, verbunden mit der Kraft sieghaften Könnens, erblicken wir die vorbildliche Tat eines deutschen Meisters.

Der jungen Frankfurter Universität naturwissenschaftliche Fakultät, hervorgegangen aus zwei großen, auf ein Jahrhundert zurückblickenden naturwissenschaftlichen Gesellschaften, ist eine der wenigen im Deutschen Reiche, welche Titel und Würde eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. phil. nat.) zu vergeben hat. Sie benutzt mit Freuden die Gelegenheit Ihres 60. Geburtstages, und verleiht Ihnen, um der Bewunderung für Ihre Leistungen Ausdruck zu geben, hiermit diesen Titel ehrenhalber.

Im Auftrage der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt
der derzeitige Dekan
Möbius.

Die *Deutsche Physikalische Gesellschaft* versammelt sich Freitag, den 26. April, im Physikalischen Institut der Universität zur Feier des 60. Geburtstages von Herrn *M. Planck* zu einer Festsitzung. Nach einer Begrüßungsansprache durch den Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Herrn *Warburg* spricht Herr *v. Laue* über *Plancks* thermodynamische Arbeiten, Herr *Sommerfeld* über die Strahlungs- und Quantentheorie, Herr *Einstein* über *Planck* als wissenschaftliche Persönlichkeit.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 18.

3. Mai 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Carl Stumpf. Zu seinem 70. Geburtstage. Von
Prof. Dr. Erich Becher, München. S. 265.

Die Konkurrenz der Keimzellen und das Geschlechtsverhältnis. Von Prof. Dr. C. Correns,
Berlin-Dahlem. S. 277.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Aus dem chemischen Laboratorium der Königlich Bayerischen Akademie der
Wissenschaften in München

Sieben Abhandlungen

Von

Richard Willstätter und **Arthur Stoll**

Mit 16 Textabbildungen und einer Tafel

Preis M. 28.—; gebunden M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto, — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Die grossen Handbücher



von Abderhalden, Abegg, Bredig, Dammer, Doelter, Gmelin-Krauth, Hertwig, Kolbe, Wassermann, Lueger, Lunge, Muspratt, Richter, Rubner, Ullmann, Winkelmann u. A. werden zur Erleichterung der Anschaffung gegen bequeme Monats- oder Quartalsraten ohne Preisaufschlag franko geliefert von

Hermann Meusser, Buchhandlung
Berlin W 57/9, Potsdamerstr. 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschienen:

P_H-Tabellen

enthaltend ausgerechnet die Wasserstoffexponentwerke, die sich aus gemessenen Millivoltzahlen bei bestimmten Temperaturen ergeben. Gültig für die gesättigte Kalomel-Elektrode

Von Dr. **Arvo Ylppö**

Preis gebunden M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10ccm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtings- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

in Pillenform

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

3. Mai 1918.

Heft 18.

Carl Stumpf.

Zu seinem 70. Geburtstage.

Von Prof. Dr. Erich Becher, München.

Am 21. April vollendete *Carl Stumpf* sein 70. Lebensjahr. Nicht nur philosophische, psychologische und musikwissenschaftliche Zeitschriften, sondern auch „Die Naturwissenschaften“ haben Anlaß, des Geburtstages zu gedenken. Denn die Forschungen dieses führenden Gelehrten haben wichtige, enge und liebevoll gepflegte Beziehungen zur Naturwissenschaft und dringen mehrfach in ihr Gebiet, insbesondere in die physikalische und physiologische Akustik, ein.

Stumpf wurde 1848 zu Wiesentheid in Bayern (Unterfranken) geboren. Unter den Männern, die auf seine geistige Entwicklung wirkten, sind in erster Linie *Brentano* und *Lotze* zu nennen. Bei *Lotze* habilitierte er sich 1870 in Göttingen für Philosophie. Er wurde schon 1873 ordentlicher Professor in Würzburg als Nachfolger des scharfsinnigen *Franz Brentano*, der seinen dortigen Lehrstuhl aufgegeben hatte. In schneller Folge kamen zahlreiche weitere Berufungen, die den erfolgreichen Forscher und Lehrer über Prag (1879), Halle (1884), und München (1889) nach Berlin (1894) führten. An der Universität der Reichshauptstadt, deren psychologisches Institut¹⁾ er schuf, leistet *Stumpf* seither eine überaus vielseitige und tiefdringende Gelehrtenarbeit auf den Gebieten der Philosophie, Psychologie und Musikwissenschaft, und zugleich entfaltet er eine ausgedehnte und gründliche Lehrtätigkeit. Die reichen Erfolge seines Forschens und Lehrens entspringen der sorgfältigen Genauigkeit, eindringenden Schärfe und lichten Klarheit seines Beobachtens und Denkens, der schlichten Gedicgenheit, die seine Arbeit wie sein ganzes Wesen auszeichnet.

Es ist schwer, auf dem hier zur Verfügung stehenden knappen Raum ein Bild von dem umfangreichen und weitverzweigten Wirken des Jubilars zu entwerfen. An vielen, zum Teil weit voneinander entfernt liegenden Punkten setzt seine tief schürfende Spezialforschung ein; doch verliert sich *Stumpfs* Denken nicht in den Einzelproblemen, sondern es kehrt immer wieder zu hohen Gesichtspunkten und weiten Ausblicken zurück. Abgeschlossene, systematische Darstellungen seiner Philosophie oder ihrer Hauptgebiete

hat *Stumpf* indessen nicht veröffentlicht¹⁾, und es würde seinem Werke wenig entsprechen, wenn wir dieses hier in systematischer Anordnung skizzieren wollten. Wir gehen daher bei unserer Übersicht im wesentlichen chronologisch vor. Der Wechsel zwischen einander fernliegenden Problemen, zu dem wir dabei genötigt sein werden, mag einen Eindruck von der Vielseitigkeit des *Stumpfs*chen Forschens geben.

Die literarische Tätigkeit des angehenden Gelehrten beginnt mit seiner Dissertation über das „Verhältnis des Platonischen Gottes zur Idee des Guten“²⁾. *Stumpf* erweist sich bereits hier, wie in seinen späteren geschichtlichen Arbeiten, als scharfsinniger und einsichtiger Historiker.

Seine Forschungsarbeit wendet sich jedoch alsbald einer anderen Sphäre zu. Durch *Lotzes* einflußreiche Untersuchungen zur Psychologie der Raumwahrnehmung war ihm das Problem nahegelegt, das sein nächstes größeres Werk, das Buch „Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung“³⁾, eindringend behandelt. Die Schrift ist *Lotze* gewidmet, will im Geiste dieses verehrten Meisters arbeiten⁴⁾ und bringt im Anhang⁵⁾ eine einschlägige Mitteilung aus seiner Feder; aber die Untersuchung stellt eine in jeder Hinsicht, auch *Lotze* gegenüber, durchaus selbständige Leistung dar. Nachdem sich *Stumpf* eine Übersicht über die möglichen Theorien verschafft hat, prüft er diese zunächst im Hinblick auf die „Flächenvorstellung des Gesichtssinnes“, also bei vorläufigem Absehen von der Tiefendimension. Die Lehren *Kants*, *Herbarts*, *Bains*, *E. H. Webers*, *Lotzes* und *J. St. Mills* werden einer treffenden Kritik unterworfen, die schließlich nur für *Stumpfs* eigene nativistische Ansicht Raum läßt. Nach dieser werden die Farbqualitäten ursprünglich und notwendig in einer gewissen räumlichen Ausdehnung und an einem gewissen Orte vorgestellt, ebenso wie sie ursprünglich und notwendig in einer gewissen Intensität vorgestellt werden. Qualität, Intensität und räumliche Besonderheit (Ausdehnung und Ort) eines gesehenen Rot werden zusammen direkt und ursprünglich empfunden.

¹⁾ Vielleicht darf eine Gesamtdarstellung der Psychologie, die er für die „Kultur der Gegenwart“ in Aussicht gestellt hatte, nach dem Kriege erhofft werden.

²⁾ Verhältnis des Platonischen Gottes zur Idee des Guten. Diss. Göttingen 1869, 110 S.; auch in Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik, N. F. Bd. 54, 1869, sowie separat Halle 1869.

³⁾ Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig 1873, 324 S.

⁴⁾ Vgl. Vorwort, S. V.

⁵⁾ S. 315—324.

¹⁾ Vgl. *C. Stumpf*, Das psychologische Institut. In *M. Lenz*, Gesch. d. k. Fr.-W.-Univ. zu Berlin, 3. Bd., Halle 1910, 6 S.

Zu diesem Ergebnis führt nicht nur die subtile Kritik anderer Auffassungen, sondern auch die direkte psychologische Analyse. Wenn wir eine Farbqualität und ihre Ausdehnung zusammen vorstellen, so handelt es sich hier um mehr als ein bloß zeitliches Zusammensein. „Es ist nicht, wie wenn wir einen Ton und ein Tastgefühl oder einen Geruch zusammen vorstellen“¹⁾; es liegt nicht bloß eine festgewordene Assoziation zwischen Qualität und Ausdehnung vor; vielmehr können diese „Teilinhalte“ ihrer Natur nach nicht getrennt voneinander in der Vorstellung existieren. Weil aber „Raum und Qualität“ ihrer Natur nach einen untrennbaren Inhalt bilden, wird auch das Räumliche ebenso ursprünglich und direkt wahrgenommen wie die Qualität, und es muß schon beim kleinen Kinde sogleich mit der Farbqualität ihre Ausdehnung da sein, ähnlich wie die Qualität auch notwendig und stets mit irgend einer Intensität vorgestellt wird. Auch das psychologische Experiment fordert diese nativistische Auffassung.

Bezüglich der Wahrnehmung der dritten Dimension, also der Entfernung, Tiefe und Körperlichkeit, führen ebenfalls Kritik der in Frage kommenden Theorien und direkte positive Betrachtung zur nativistischen Ansicht. Auch die Tiefenvorstellung ist ursprünglich; aber sie erfährt eine sehr wesentliche Ausgestaltung auf Grund der Erfahrung, durch Assoziationen und reflektierende Verstandestätigkeit. *Stumpf* untersucht sorgfältig die Hilfsmittel, den Hergang und die Leistung dieses Lernprozesses, die sich ihm als weitaus höher erweist als die der ursprünglichen Tiefenempfindung.

Was die übrigen Sinne angeht, findet *Stumpf*, daß sehr wahrscheinlich jeder Sinnesinhalt seiner Natur nach mit räumlichen Eigenschaften ebenso wie etwa mit einer gewissen Intensität behaftet ist; aber nur die Raumvorstellungen des Gesichts- und des Tastsinnes sind einer sehr hohen Ausbildung fähig.

Auch die Entstehung der Vorstellung des einen und unendlichen Raumes, des eigenen Leibes im Unterschied von den äußeren Körpern, des Rechts, Links, Vorn, Hinten, Oben, Unten usw. wird auf Grund der gewonnenen Anschauung erklärt.

Stumpfs Buch gehört zu den grundlegenden raumpsychologischen Arbeiten. Ein durch Aufnahme empiristischer Elemente gemilderter Nativismus, der wie der Stumpfsche der Kantschen Theorie von der apriorischen Raumform recht fern steht, erscheint auch uns als im Prinzip fest begründet. Die Bedeutung des Stumpfschen Werkes aber reicht über diese Begründung und über die Raumpsychologie überhaupt hinaus durch die Klärung wichtiger psychologischer Grundbegriffe, die wir ihm verdanken.

Stumpf ist in seinen Veröffentlichungen ge-

legentlich auf die Probleme seiner ersten psychologischen Arbeit zurückgekommen¹⁾. Seine nächste umfangreiche Schrift, die wir sein Hauptwerk nennen dürfen, ist einem anderen Problemkreise gewidmet, der, bereits vorher in Rezensionen sich ankündigend, von 1883 bis zur Gegenwart in zahl- und inhaltreichen Untersuchungen durchforscht wird. Im genannten Jahre erscheint der erste Band der Tonpsychologie²⁾, eines Werkes, das der Vereinigung von Veranlagung und Liebe zur Musik mit dem strengen Geiste der Wissenschaft seine Entstehung verdankt³⁾ und unsere einschlägige Erkenntnis weit über die Ergebnisse von *Helmholtz'* klassischer „Lehre von den Tonempfindungen“ hinaus gefördert hat. In seinen ton- und musikpsychologischen Arbeiten hat *Stumpf* alle Hilfsmittel der psychologischen Forschung, Selbstbeobachtung und fremde Angaben, experimentelle und statistische Verfahren, physikalische und physiologische Tatsachen und Hypothesen, Vergleichung der Völker und Zeiten, Kinderuntersuchungen und Beobachtungen anormalen und pathologischer Erscheinungen herangezogen.

Zunächst bahnt sich *Stumpf* durch allgemeinere psychologische Untersuchungen den Weg zu seinen eigentlichen Problemen. Die Tonpsychologie behandelt Ton-Urteile. Demnach beginnt *Stumpf* mit einer Darlegung des Wesens der Urteile, das er mit seinem Lehrer und Freunde *Fr. Brentano* (dem der zweite Band des Werkes gewidmet ist) in der Affirmation bzw. Negation von Vorstellungen und Verstellungsverhältnissen erblickt⁴⁾. Alles Wahrnehmen, Bemerkern, Auffassen (Apperzipieren), Bejahen, Anerkennen von absoluten Inhalten (z. B. Empfindungsinhalten) und Verhältnissen gehört dazu⁵⁾.

Dann folgt eine scharfe, aber berechtigte Kritik des verschwommenen „Gesetzes der Relativität der Empfindungen“, hinter dem sich immerhin wichtige Tatsachen verbergen. Weiterhin wird die Zuverlässigkeit von Sinnesurteilen diskutiert, was zur Psychophysik hinführt. Bemerkenswert ist der folgende Absatz (über Aufmerksamkeit, Übung und Ermüdung), insbesondere durch *Stumpfs* eigenartige Aufmerksamkeitslehre: „Aufmerksamkeit ist identisch mit Interesse, und Interesse ist ein Gefühl. Damit ist alles gesagt. Die besondere Qualität dieses Gefühles zu definieren, ist nicht möglich, so wenig wie die eines anderen, des Zornes, Mitleides“⁶⁾. Die wesentliche Funktion der Aufmerksamkeit besteht nicht in einer (in gewissen Grenzen allerdings möglichen) Verstärkung von Empfindungen, sondern

¹⁾ Vgl. u. a. Zum Begriffe der Lokalzeichen. Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 4, 1893, 4 S.

²⁾ Tonpsychologie, 1. Bd. Leipzig 1883, 427 S.

³⁾ Vgl. Vorwort, S. V.

⁴⁾ Tonpsychologie, 1. Bd., S. 4 f.

⁵⁾ Ebendort S. 5, 96.

⁶⁾ Ebendort S. 68.

¹⁾ Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung, S. 114.

in einer längeren Erhaltung von Vorstellungen im Bewußtsein; dadurch findet das vergleichende Urteilen Zeit, mannigfache Beziehungen der Vorstellungen zu erkennen, was wiederum festere Gedächtniseinprägung zur Folge hat¹⁾.

Auf die wichtigen Ausführungen über mittelbare Sinnesurteile, Analyse und Vergleichung kann nur hingewiesen werden.

Nachdem so die allgemeinen Grundlagen erarbeitet sind, behandelt der größere übrige Teil des 1. Bandes (S. 134—424) die Beurteilung aufeinanderfolgender (oder isolierter) Töne, insbesondere nach ihrer Qualität und Stärke; von Konsonanz und allem, was damit zusammenhängt, wird einstweilen abgesehen. Unser Bericht kann hier nur einige wenige Teile aus der Fülle des von *Stumpf* dargebotenen und verarbeiteten Stoffes herausgreifen.

Die Qualität der Tonempfindung und ihr am meisten charakteristisches Merkmal ist die Tonhöhe²⁾. Aufeinanderfolgende Töne lassen sich unmittelbar als gleich oder ungleich beurteilen. Darauf beruht zum Teil die bei Musikern oft außerordentlich entwickelte Fähigkeit in der Bestimmung der absoluten Tonhöhe, in der Benennung eines gegebenen Tones, die sich auf überlegende oder reflexionslose Vergleichung desselben mit aus dem Gedächtnis reproduzierten, früher gehörten Tönen gründen kann; allerdings stützt sie sich oft auch auf Intervallschätzung.

Die Anwendung der räumlichen Bezeichnungen „tief“, „hoch“, „aufsteigen“ und dergleichen auf Töne ist nur eine bildliche. Ein Grund für diese Raumsymbolik liegt offenbar darin, daß sich hervorstechende Eigentümlichkeiten der Raumvorstellung, wie Reihenbildung, Kontinuität usw., bei der Tonreihe wiederfinden. Wenn wir diese Reihe speziell als eine aufsteigende bezeichnen, so erklärt sich das aus mancherlei Assoziationen, welche die „tiefen“ Töne mit der Vorstellung der Tiefe, die „hohen“ mit derjenigen der Höhe verbinden. Z. B. erwecken „tiefe“, „dunkle“ oder „dumpfe“ Töne ein ähnliches Gefühl wie die Dunkelheit oder Dumpfheit, die einem Abgrund, einer Tiefe, eigen ist; infolge der Gefühlsübereinstimmung ergeben sich so Assoziationen jener Töne mit den Vorstellungen des Tiefen, Dunkeln, Dumpfen, und diese Assoziationen führen die Übertragung der Bezeichnungen „tief“, „dunkel“, „dumpf“ auf die Töne herbei³⁾.

Das Webersche Gesetz von der Konstanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit gilt nicht für Tonqualitäten. Für diese ändert sich die relative Unterschiedsempfindlichkeit überall im Reiche, freilich in seiner Mitte wenig, nach außen immer stärker⁴⁾.

Wir übergehen die Untersuchungen über die

Beurteilung von Intensitäten aufeinanderfolgender Töne, die den ersten Band abschließen. In den folgenden Jahren erscheint eine Reihe von Arbeiten, in denen *Stumpf* in das eigentlich musikpsychologische und musikethnologische Gebiet vordringt⁵⁾. Dann kommt 1890 der zweite umfangreichere Band der *Tonpsychologie*⁶⁾ heraus, der auf Grund sorg- und mühsamer Untersuchungen tief eindringend die Frage behandelt: „Wie verhält sich unser Bewußtsein gegenüber mehreren gleichzeitigen Tönen, abgesehen noch von aller eigentlich musikalischen Auffassung“⁷⁾? Die Beobachtungen mußten in Ermangelung eines eigenen akustischen Kabinetts in physikalischen und physiologischen Instituten, bei Orgelbauern und Mechanikern, auf Kirchenorgeln, und zwar vielfach auf Reisen angestellt werden.

Stumpf geht aus von der Frage nach der Möglichkeit des gleichzeitigen Hörens mehrerer Töne. Sorgfältige Untersuchung entscheidet zugunsten der „Mehrheitslehre“: Mehrere Töne können streng gleichzeitig empfunden und grobe Unterschiede derselben ohne weiteres bemerkt werden, feinere bei Übung und günstigen Umständen⁸⁾. Ein Exkurs über die räumlichen Eigenschaften der Töne konstatiert einen (quasi-) lokalen Unterschied der Empfindungen des linken und rechten Ohres, ferner eine mit steigender Tonhöhe abnehmende (Quasi-) Ausdehnung als inneres (nicht bloß assoziatives) Moment der Tonempfindungen. *Machs* Ansicht, daß die Tonempfindungen in einer Art Tonraum nach ihrer Höhe angeordnet seien, wird nicht anerkannt⁹⁾.

Das gleichzeitige Hören mehrerer Töne setzt irgend eine anatomisch-physiologische Sonderung der ihnen entsprechenden nervösen Erregungen voraus. Die Sonderung wird am besten durch die Helmholtzsche Hypothese von der „Schneckenklaviatur“ erklärt; nur ist vielleicht die schallzerlegende Klaviatur nicht in die Grundmembran der Schnecke, sondern (mit *O. Baer*, *Alfr. Mayer*, *Gellé*) in die Haarzellen des cortischen Organs zu verlegen¹⁰⁾.

Die spezifischen Energien für die verschiedenen Tonerregungen sind festzuhalten, wobei allerdings innerhalb enger Grenzen eine Akkommodation an den Tonreiz anzunehmen ist. *Wundts*

¹⁾ Über die Vorstellung von Melodien. *Zeitschr. f. Philos.* 1885, 3 S.

²⁾ Musikpsychologie in England. Betrachtungen über die Herleitung der Musik aus der Sprache und aus dem tierischen Entwicklungsprozeß, über Empirismus und Nativismus in der Musiktheorie. *Vierteljahrschr. f. Musikwissensch.* Bd. 1, 1885, 89 S.

³⁾ Lieder der Bellakula-Indianer. *Vierteljahrschr. f. Mus.* Bd. 2, 1886, 22 S.

⁴⁾ Mongolische Gesänge. *Vierteljahrschr. f. Mus.* Bd. 3, 1887, 8 S.

⁵⁾ *Tonpsychologie*, 2. Bd., Leipzig 1890, 582 S.

⁶⁾ Vorwort, S. VI.

⁷⁾ *Tonpsychologie*, 2. Bd., S. 9—85, insbesondere S. 85.

⁸⁾ Ebendort S. 50—60, über *Mach* S. 55 f.

⁹⁾ S. 87—106, insbesondere S. 90 f., 102 f.

¹⁾ Ebendort S. 72 f.

²⁾ Hierzu und zum Folgenden s. *Tonpsychologie*, 1. Bd., S. 135 f.

³⁾ Vgl. *Tonpsychologie*, 1. Bd., S. 189—225.

⁴⁾ Ebendort S. 299, 335 f.

Ablehnung der Lehre von den spezifischen Energien wird mit guten Gründen scharf bekämpft¹⁾.

Kehren wir vom Physiologischen zum Psychologischen zurück! Gleichzeitige Empfindungen sind stets zu einem Empfindungsganzen verschmolzen. Die Verschmelzung der Tonempfindungen steht im Mittelpunkt der Stumpfschen Untersuchung. Es gibt fünf Hauptstufen in der Innigkeit der Tonverschmelzung, die uns in absteigender Folge bei der Oktave, Quinte, Quarte, den Terzen und Sexten, endlich den übrigen Tonverbindungen entgegentreten. Die Versuche einer psychologischen Erklärung der Tonverschmelzung scheitern. Die Ursache der Verschmelzungserscheinungen ist offenbar eine physiologische. *Stumpf* bietet jedoch keine Erklärungshypothese, wohl aber eine Idee über generelle Entwicklung der Verschmelzungen²⁾.

Das Analysieren eines Tonkomplexes, das Hershören von Teiltönen ist um so leichter, je häufiger diese vorher einzeln gehört und die Bildung des Komplexes aus ihnen wahrgenommen wurde. Doch kann unter günstigen Umständen (bei gleicher Intensität der Töne, großem Abstand usw.) auch ohne jene Erleichterung und ohne Aufmerksamkeit eine simultane Mehrheit von Tönen ohne weiteres als Mehrheit aufgefaßt werden. Ungleiche Intensität der Teiltöne erschwert die Analyse und macht sie schließlich unmöglich³⁾.

Aufmerksamkeit kann schwache Teiltöne verstärken. *Stumpf* kommt hier auf das Wesen der Aufmerksamkeit zurück. Er sieht nunmehr die primäre Wirkung der Aufmerksamkeit im Bemerkten, also in einer Urteilstätigkeit. Aufmerksamkeit ist Lust am Bemerkten. Dabei können Muskelaktionen (die nach der motorischen Theorie der Aufmerksamkeit ihr Wesen ausmachen) völlig fehlen; wo sie vorkommen, sind sie nur Begleiterscheinungen⁴⁾.

Ein ruhender Zusammenklang, selbst ein analysierter, stellt sich uns als ein Ganzes dar, und so legen wir diesem Ganzen auch eine Höhe bei, nämlich die des tiefsten Teiltones, auch wenn dieser nicht zugleich der stärkste ist. Das ist psychologisch aus der größten Ausdehnung des tiefsten Tones zu erklären, die diesen als den tragenden erscheinen läßt. Die Verlegung des Haupttons in die Tiefe und die Bezeichnung Grundton hängen damit zusammen. „Bei aufeinanderfolgenden Klängen macht das Ganze scheinbar die Bewegung der in den größten Schritten bewegten Stimme mit“⁵⁾.

Die Schwebungserscheinungen gestalten sich verschieden, je nach dem Höhenabstand der objektiven Töne. Bei *g'* *a'* sind nur diese beiden Töne selbst zu hören, und sie tragen auch die Schwebungen. Bei *gis'* *a'* hört *Stumpf* außer

diesen beiden noch einen dazwischenliegenden Ton, der allein schwebt. Kommen sich die Töne noch näher, so ist schließlich nur noch einer hörbar und dieser zeigt Schwebungen. Die Erklärung ist eine physiologische⁶⁾.

Einige sogenannte Geräusche sind hauptsächlich Töne, andere (z. B. das Rauschen eines Baches) wenigstens zu einem erheblichen Teil; aber der eigentlich geräuschige Teil solcher Schallinhalte, das Geräusch im engeren Sinne, scheint nicht, auf Töne zurückführbar zu sein, sondern eine Empfindung besonderer Art darzustellen, für die dann auch ein besonderes Organ im Ohr anzunehmen ist⁷⁾.

Die Helmholtzsche Zurückführung der Klangfarbe auf die Teiltöne wird von *Stumpf* anerkannt, aber psychologisch ausgebaut. Auch die einfachen Töne haben eine „Farbe“, die nicht mit dem Tongefühl identisch ist, sondern sich auf die drei Tonmomente: Höhe, Stärke, Quasi-Ausdehnung reduziert. Die Klangfarbe der obertonhaltigen Klänge resultiert aus den Tonfarben der Teiltöne. Der „Klangcharakter“ wird einerseits durch diese Klangfarbe im engeren Sinne, andererseits durch weitere Umstände, assoziierte Vorstellungen, Gefühle, usw. gebildet⁸⁾.

Im gleichen Jahre mit dem zweiten Bande der Tonpsychologie erscheint noch eine einschlägige Arbeit: „Über Vergleichen von Tondistanzen“⁹⁾. Dann treten neue Problemkreise hervor. Die Akademieabhandlung: „Psychologie und Erkenntnistheorie“¹⁰⁾ bekämpft hauptsächlich den von *Kant* ausgehenden „Kritizismus“, der die Erkenntnistheorie von allen psychologischen Grundlagen befreien will, andererseits aber auch den „Psychologismus“, der alle philosophischen und besonders auch alle erkenntnistheoretischen Untersuchungen auf Psychologie zurückführen zu können meint. Die Kantsche Lehre, daß die Natur den apriorischen Gesetzen des Verstandes entspreche, weil der Verstand selbst die Natur und ihre Gesetzlichkeit schaffe, wird zunächst durch scharfsinnige erkenntnistheoretische Kritik als einseitig und undurchführbar erwiesen¹¹⁾. Dann wird dargetan, daß die jener Lehre zugrunde liegende Auffassung von Materie und Form unseres Erkennens psychologisch durchaus unzulänglich ist, und daß gerade die Vernachlässigung psychologischer Untersuchungen zu den verfehlten kritizistischen Aufstellungen hingedrängt hat¹²⁾.

Die letzte Wurzel des Kritizismus erkennt *Stumpf* im Begriff und der Forderung einer strengen, objektiven Naturnotwendigkeit, an der

¹⁾ S. 106—127, insbesondere S. 111 f., 119 f.

²⁾ S. 64 f., 127—218, zum Letzten S. 211 f., 215 f.

³⁾ S. 69 f., S. 219 ff.

⁴⁾ S. 276 ff., 290 f. usw.

⁵⁾ S. 393, im übrigen S. 383 ff.

¹⁾ S. 449—497, insbesondere S. 480 f.

²⁾ S. 497—514, insbesondere S. 510, 11.

³⁾ S. 514 ff., insbesondere S. 525 f., 531 f.

⁴⁾ Über Vergleichen von Tondistanzen: Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 1, 1890, 44 S.

⁵⁾ Psychologie und Erkenntnistheorie. Abh. d. k. b. Akad. d. Wiss. 1. Kl., 19. Bd., 2. Abt., München 1891, 52 S.

⁶⁾ Ebendort S. 8—17.

⁷⁾ S. 17—29.

Kant mit Recht festhielt. Aber auch hier wurde die Abneigung gegen die psychologische Analyse wiederum dem Kritizismus verhängnisvoll. Die Frage nach dem psychologischen Ursprung jenes Notwendigkeitsbegriffes beantwortet Stumpf dahin, daß wir ihn aus innerer Wahrnehmung gewinnen. Wir legen ihn hypothetisch in die selbst hypothetischen Dinge der Natur hinein. Indem nun diese hypothetische Anwendung des Begriffes zu beständigen Verifikationen führt, erhält sie ihre objektive Berechtigung, ihre Gültigkeit¹⁾.

Der letzte Abschnitt der Abhandlung erarbeitet das allgemeine Ergebnis: Die psychologischen und die erkenntnistheoretischen Fragen sind sorgfältig zu sondern; die beiden Wissenschaften aber müssen sich gegenseitig stützen. Die Frage nach dem Ursprunge der Begriffe ist ein Problem der Psychologie. Die Aufsuchung der allgemeinsten unmittelbar einleuchtenden Wahrheiten, sowie der allgemeinsten Mittel und Wege des Erkennens ist Aufgabe der Erkenntnistheorie. Die erkenntnistheoretische Wissenschaft aber kann an jener psychologischen Frage nach dem Ursprung der Begriffe nicht vorbeigehen, und der Psychologe muß in die Erkenntnistheorie eindringen, um über die Grundlagen seiner Wissenschaft Klarheit zu gewinnen²⁾.

Zum Schluß folgt ein historischer Anhang, der hauptsächlich von N. Tetens handelt.

In bezug auf die Außenweltsfrage nimmt Stumpf den der Naturwissenschaft wohlangepaßten Standpunkt des kritischen Realismus ein; die Annahme einer erkennbaren Außenwelt, einer Welt der Naturdinge in Raum und Zeit, ist eine berechtigte, weil unentbehrliche und ausgezeichnet bewährte Hypothese³⁾.

Nach der soeben betrachteten Abhandlung veröffentlicht Stumpf eine speziellere erkenntnistheoretische Untersuchung. „Über den Begriff der mathematischen Wahrscheinlichkeit“⁴⁾. Er geht aus von der Laplaceschen Auffassung, die zunächst von unnötigen Beschränkungen zu befreien ist. Aus der Natur der Aufgaben, an denen die Wahrscheinlichkeitsrechnung sich entwickelte, ergab sich, daß immer von der Wahrscheinlichkeit zukünftiger Begebenheiten die Rede war. Jedoch gehört dies Zeitmoment nicht in die Wahrscheinlichkeitsdefinition; es gibt auch Wahrscheinlichkeitsaussagen, die sich ausschließlich auf Vergangenes oder Gegenwärtiges beziehen. Nicht nur für Ereignisse, sondern auch für dauernde Tatbestände, überhaupt für irgendwelche Urteilmaterien kommt die mathematische Wahrscheinlichkeit in Frage. Ihr Begriff schließt keinerlei Voraussetzungen hinsichtlich der objektiven Welt ein, auch nicht die der Gültigkeit des Kausal-

gesetzes; ist er doch z. B. auf geometrische Materien anwendbar, die mit Ursache und Wirkung gar nichts zu tun haben. Die mathematische Wahrscheinlichkeit ist nicht etwas bloß Subjektives, sie ist „objektiv gültig“ in dem Sinne, daß sie von allen Subjekten bei gleicher beurteilter Materie anerkannt werden muß. Das Wahrscheinliche steht nicht zwischen Wahrem und Falschem in der Mitte; hier gibt es kein Mittleres, sondern nur ein Entweder—Oder. Das Wahrscheinliche selbst ist entweder wahr oder falsch, aber nichts Mittleres zwischen beiden.

Stumpf gelangt zu folgender im Sinne von Laplace gehaltenen, jedoch sachgemäß erweiterten Definition: „Jede beliebige Urteilmaterie nennen wir $\frac{n}{N}$ wahrscheinlich, wenn wir sie auffassen können als eines von n Gliedern (günstigen Fällen) innerhalb einer Gesamtzahl von N Gliedern (möglichen Fällen), von denen wir wissen, daß eines und nur eines wahr ist, dagegen schlechterdings nicht wissen welches¹⁾).

Stumpf verteidigt nun diese Auffassung gegen prinzipielle Angriffe und Umbildungsvorschläge. Fick gegenüber hält er daran fest, daß ein Wahrscheinlichkeitswert sich auch auf eine individuelle Tatsache beziehen kann. Ausführlich setzt er sich mit v. Kries auseinander; er bleibt dabei, daß besondere Voraussetzungen hinsichtlich des objektiven Tatbestandes keine unumgänglichen Bedingungen für den mathematischen Wahrscheinlichkeitsansatz bilden. Auch die in Bernoullis Theorem ausgedrückte Wahrscheinlichkeit fällt unter die angeführte Definition und setzt eine physische Deutung der „gleichmöglichen“ Fälle nicht voraus; das Theorem hat an sich mit physischen Tatsachen und Kausalverhältnissen nichts zu tun. Auch hier ist wieder die Irrelevanz aller zeitlichen Bestimmungen zu betonen; die übliche Formulierung des Theorems in Gestalt einer Prophezeiung ist zu eng. Endlich wird dargelegt, daß auch die empirisch (d. h. aus der Verteilung von Ereignissen usw. in der Beobachtung) bestimmte Wahrscheinlichkeit mit der bisher betrachteten (apriorischen) unter einen allgemeinen Begriff fällt; auch sie ist auf Einzelfälle (und gerade auf diese!) zu beziehen, ist ferner gegenüber Zeitbestimmungen im Prinzip indifferent und daher auch von Vergangenen und Gegenwärtigem, nicht nur von Zukünftigem aussagbar, usw.

Zur Wahrscheinlichkeitsbestimmung ist objektive („physische“) Gleichheit der sogenannten „gleichmöglichen“ Fälle nicht erforderlich; die gleiche Möglichkeit bedeutet, wie Laplace richtig gesagt hat, nichts weiter als gleiche Unkenntnis. Der Verteidigung dieser Auffassung hat Stumpf einen Nachtrag-Artikel gewidmet²⁾.

¹⁾ S. 30—36, insbesondere S. 35.

²⁾ S. 36—44.

³⁾ S. 33, 39 f.

⁴⁾ Über den Begriff der mathematischen Wahrscheinlichkeit. Sitzungsber. d. philos.-philol. u. histor. Klasse d. k. b. Akad. d. Wiss. v. 5. März 1892, 84 S.

¹⁾ Über den Begriff der math. Wahrsch. S. 48.

²⁾ Über die Anwendung des mathematischen Wahrscheinlichkeitsbegriffes auf Teile eines Kontinuums. Sitzungsber. d. philos.-philol. u. histor. Kl. d. k. b. Akad. v. 3. Dez. 1892, 11 S.

Neben und nach diesen schwierigen erkenntnistheoretischen Untersuchungen erscheinen weitere akustische und musikwissenschaftliche Arbeiten¹⁾, die fernerhin auch ins Gebiet der Physik eindringen²⁾. Zwischendurch veröffentlicht *Stumpf* einen Artikel über „*H. v. Helmholtz* und die neuere Psychologie“³⁾ im Todesjahr des genialen Forschers, dessen raum- und tonpsychologische Untersuchungen früher schon die einschlägigen Arbeiten unseres Jubilars vielfach beschäftigt hatten. Auch die pädagogischen Zwecken dienenden übersichtlichen „*Tafeln zur Geschichte der Philosophie*“⁴⁾ mögen erwähnt werden.

Einem Hauptproblem der metaphysischen Psychologie wendet sich *Stumpfs* klare, eindrucksvolle Eröffnungsrede des internationalen Kongresses für Psychologie in München (1896) zu⁵⁾, die das Verhältnis von Leib und Seele behandelt. Sie bekämpft jene monistische Auffassung, nach der geistige und körperliche Vorgänge nur zwei Seiten eines und desselben Vorganges, Leib und Seele nur die äußere und innere Erscheinungsweise eines und desselben Wesens sind. *Stumpf* wendet ein, daß die Rede von den zwei „Seiten“, der „äußeren“ und der „inneren“, nur ein Bild bietet, wobei die Sache selbst dunkel bleibt. Dem (meist monistisch gedeuteten) Parallelismus, nach welchem seelische und körperliche (zunächst Großhirn-) Vorgänge gesetzmäßig „parallel“ laufen, ohne jemals aufeinander zu wirken, setzt *Stumpf* die dualistische Wechselwirkungslehre gegenüber, nach der körperliche Vorgänge—(z. B. Sinnesreizungen) ins Seelische hinein, seelische Prozesse (z. B. Willensentschlüsse) auf den Körper zu wirken vermögen. Die viel berufene Ungleichartigkeit von Seelischem und Körperlichem sollte nicht gegen diese Annahme wechselseitiger Wirkungen angeführt werden; denn Ursache und Wirkung brauchen nicht gleichartig zu sein. Auch das Gesetz von der Erhaltung der Energie schließt die Wechselwirkungslehre keineswegs aus. Man kann ja z. B. das Psychische als eine Anhäufung von Energien eigener Art ansehen (ähnlich wie es auch *Ostwald* vorgeschlagen hat), und annehmen, daß auch diese psychischen Energien in den

großen, vom Erhaltungssatze beherrschten Energieumwandlungsprozeß einbezogen sind. Man kann sich aber auch vorstellen, daß von gewissen Gehirnvorgängen neben weiteren Hirnvorgängen seelische Prozesse hervorgerufen werden, ohne daß dabei physische Energie verloren ginge; ebenso, daß seelische (z. B. Willens-) Vorgänge im Großhirn mit körperlichen Teilursachen zusammenwirken und so nervöse Prozesse (etwa in den motorischen Zentren) mitbedingen und -bestimmen, ohne doch die Menge der physischen Energie zu ändern; denn nicht jedes Wirken ist mit Änderung von Energiemengen verbunden. Diese Vorstellungsweise erscheint uns besonders bedeutsam.

Dem Empfindungsmonismus *Machs* gegenüber wird kurz angedeutet, daß weder die körperliche noch die seelische Welt in Empfindungen auflösbar ist. Vielleicht sind außer dem Physischen und dem Psychischen unzählige Realitätsformen anzunehmen, sei es gleichzeitig existierend, sei es in zeitlicher Entwicklung auseinander hervorgehend, wie ja vielleicht das Seelische aus dem Physischen hervorgegangen ist. —

Seine ton- und musikwissenschaftlichen Forschungen führen *Stumpf* auch zu historischen Untersuchungen über die „Geschichte des Konsonanzbegriffs“¹⁾ im Altertum und speziell über eine pseudo-aristotelische Problemsammlung über Musik²⁾. Als wahrscheinliche Entstehungszeit dieser Sammlung, an der wohl mindestens zwei Autoren beteiligt sein dürften, sieht *Stumpf* das Ende des 1. und den Anfang des 2. Jahrhunderts nach Chr. an; inhaltlich ist die Sammlung sowohl durch Verwandtschaft mit den Forschungen der Gegenwart als auch durch Hervortreten der unterscheidenden Eigentümlichkeiten der antiken Musik, im Ganzen aber durch Feinheit der psychologischen Beobachtung und Schärfe des Denkens bemerkenswert.

Zugleich mit diesen scharfsinnigen und ergebnisreichen historischen Untersuchungen erscheint ein Aufsatz über Tonverschmelzung³⁾, der neuere Beobachtungen und Versuche (von *Külpe*, *Faist*, *Meinong* und *Witasek*) und ihr Verhältnis zu den *Stumpfschen* einer Diskussion unterzieht und zugleich auf die Grenzen der dabei angewandten Methoden hinweist.

Die „Tonpsychologie“ war auf vier Bände berechnet gewesen. Statt der beiden letzten Bände hat *Stumpf* seit 1898 „Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft“⁴⁾ herausgegeben, von denen

¹⁾ Phonographierte Indianermelodien. Vierteljahrsschrift f. Musikwiss. Bd. 8, 1892, 18 S.

Bemerkungen über zwei akustische Apparate. Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 6, 1894, 11 S.

²⁾ Über die Ermittlung von Obertönen. Ann. d. Phys. Bd. 57, 1896, 22 S.

Schwingungszahlbestimmungen bei sehr hohen Tönen, von *C. St.* u. *M. Meyer*. Ann. d. Phys. Bd. 61, 1897, 20 S.

Über die Bestimmung hoher Schwingungszahlen durch Differenztöne. Ann. d. Phys. Bd. 68, 1899, 12 S.

³⁾ *H. v. Helmholtz* und die neuere Psychologie. Arch. f. Gesch. d. Philos. Bd. 8, 1895, 12 S.

⁴⁾ *Tafeln zur Geschichte der Philosophie*. Berlin 1896, 3 Taf.; 3. Aufl., mit *Menzer*. Berlin 1910, 4 Taf.

⁵⁾ Im Kongreßbericht, München 1897, etwas erweitert in: *Leib und Seele*. Der Entwicklungsgedanke in der neueren Philosophie.³ Leipzig 1909, sowie in: *Philosophische Reden und Vorträge*. Leipzig 1910, 29 S.

¹⁾ Geschichte des Konsonanzbegriffs. 1. Teil. Abh. d. k. b. Akad. d. Wiss., 1. Kl., München 1897, 78 S.

²⁾ Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik. Abh. d. k. p. Akad. d. Wiss. v. Jahre 1896, Berlin 1897, 85 S.

³⁾ Neuere über Tonverschmelzung. Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 15, 1897, 24 S.; auch in *Beiträge z. Akustik u. Musikwiss.*, 2. Heft, Leipzig 1898.

⁴⁾ *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft*, 1.—8. Heft, Leipzig, 1898—1915.

bisher acht inhaltreiche Hefte erschienen sind, die viele Arbeiten von *Stumpf* und seinen Schülern enthalten.

Gleich das erste Heft bringt eine besonders wichtige Arbeit *Stumpfs* über „Konsonanz und Dissonanz“¹⁾. Sie beginnt mit einer Kritik der einschlägigen *Helmholtz*schen Ansichten. Konsonanz bei gleichzeitigen Tönen ist nach *Helmholtz* Kontinuität, Dissonanz ist Intermittieren oder Rauigkeit der Empfindung, hervorgerufen durch Schwebungen. *Stumpf* wendet ein, daß es nicht nur Schwebungen ohne Dissonanz, sondern auch Dissonanz ohne Schwebungen gibt. Zur Erklärung von Konsonanz und Dissonanz bei bloßer Aufeinanderfolge von Tönen führt *Helmholtz* den Begriff der Klangverwandtschaft ein; Konsonanz erscheint dann als die durch gemeinsame Teiltöne gegebene Ähnlichkeit oder Verwandtschaft zweier Töne, Dissonanz als der Mangel einer solchen Ähnlichkeit, bzw. als ein relativ geringer Grad derselben. Auch diese Auffassung ist als allgemeines Erklärungsprinzip nicht brauchbar. Erst recht ist die von *Leibniz* und *Euler* vertretene Meinung abzulehnen, Konsonanz beruhe auf unbewußter Wahrnehmung einfacher Schwingungszahlverhältnisse, ebenso die Lehre von *Opelt*, *G. Engel*, *Th. Lipps*, nach der es sich um unbewußte Wahrnehmung des Schwingungsrhythmus handelt. Auch in dem gewiß bedeutsamen Gefühl des Angenehmen bzw. Unangenehmen liegt nicht das wesentliche und primäre Merkmal der Konsonanz bzw. Dissonanz. Dieses ist vielmehr in der *Verschmelzung* zu suchen. Je inniger zwei Töne verschmelzen, je mehr ihr Eindruck sich demjenigen eines Tones nähert, um so konsonanter ist das Intervall.

Der *Stumpfschen* Verschmelzungstheorie der Konsonanz stehen nun aber Schwierigkeiten im Wege: die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne und die Priorität der homophonen Musik. *Stumpf* weiß diesen Schwierigkeiten zu begegnen. Auch bei bloßer Sukzession von zwei Tönen kann Verschmelzung stattfinden; der zweite Ton, der empfunden wird, verschmilzt z. B. mit dem ersten, der noch vorgestellt wird, oder sie verschmelzen beide als Vorstellungen, nachdem sie als Empfindungen vorüber sind, usw.

Wie nun *Stumpf* die Grundlinien seiner Konsonanzlehre durchführt, und wie er sich kritisch mit der dualistischen Konsonanzdefinition und dem Prinzip der Klangvertretung auseinandersetzt — auch hier bemüht, den Wahrheitsgehalt dieser Anschauungen als Ergänzung seiner Theorie zu verwerten — kann in unserer Skizze nicht mehr dargelegt werden. Ebenso müssen wir über eine Reihe weiterer bedeutsamer akustischer Arbeiten²⁾ hinweggehen.

¹⁾ Konsonanz und Dissonanz. Beitr. z. Akust. usw. 1. Heft, 1908, 108 S.

²⁾ Zum Einfluß der Klangfarbe auf die Analyse von Zusammenklängen. Beitr. z. Akust. usw. 2. Heft, 1898, 3 S.

Doch haben wir eine Abhandlung aus dem Jahre 1899 ins Auge zu fassen, in der *Stumpf* ein anderes psychologisches Problem aufgreift: das der Gemütsbewegung¹⁾. Affekt und Gemütsbewegung sind wesentlich gleichartig. Eine Gemütsbewegung ist ein passiver Gefühlszustand, der sich auf ein in ihm liegendes Urteil gründet. Hierbei ist der Begriff des Urteils im oben skizzierten Sinne, also recht weit, zu fassen; jede Auffassung und Deutung von Sinneseindrücken z. B. stellt schon ein Urteil dar. Im „Gefühl“ der Furcht etwa steckt die Auffassung einer Situation als einer bedrohlichen, steckt also ein Urteil, und darum ist dieses Gefühl eine Gemütsbewegung. Hingegen die Unlust eines bitteren Geschmackes, dies „sinnliche Gefühl“, das sich nicht auf ein Urteil gründet, sondern unmittelbar durch den Sinneseindruck hervorgerufen wird, stellt keine Gemütsbewegung dar. Im Unterschied von den Begehrungen sind die Affekte *passive* Gefühlszustände.

Stumpf stützt nun seine Auffassung von der Gemütsbewegung durch Kritik anderer Ansichten, zunächst der sensualistischen Lehre *Ribots*, insbesondere aber der sensualistischen Theorie von *James* und *Lange*, in deren Bahnen auch *Ribot* einlenkt. Nach der *James-Langeschen* Theorie besteht eine Gemütsbewegung aus einem Komplex von Empfindungen, die durch die sogenannten Ausdrucksbewegungen (z. B. Zusammenfahren beim Schreck) und die übrigen physiologischen (vasomotorischen, viszeralen) Begleiterscheinungen der Gemütsbewegung (wie Erbleichen, Herzklopfen) hervorgerufen werden. Diese Begleitvorgänge, das Zusammenfahren, Erbleichen, Herzklopfen usw., wären also nicht Wirkungen der Gemütsbewegung, sondern Ursachen der sie konstituierenden Empfindungen. Als Beweis für diese Lehre wird angeführt, daß — etwa bei pathologischer oder hypnotischer Anästhesie — mit den Organempfindungen auch der Affekt fortfalle. *Stumpf* wendet ein, daß mit dem Fortfall der Organempfindungen auch eine Störung der zu der Gemütsbewegung erforderlichen Urteilsfunktion verbunden ist. Auch die Erzeugung von Gemütsbewegungen durch Alkohol, Herzstörungen o. dgl. setzt das Auftreten heiterer bzw. ängstlicher Gedanken voraus; ohne diese kommt es wohl zu angenehmen oder unangenehmen

Die Unmusikalischen und die Tonverschmelzung. Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 17, 1898, 12 S.

Erwiderung (gegen *M. Meyer*). Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 18, 1898, 9 S.

Maßbestimmungen über die Reinheit konsonanter Intervalle, von *C. St.* u. *M. Meyer*. Beitr. z. Akustik usw. 2. Heft, 1898, 84 S.; auch in Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 18, 1898.

Beobachtungen über subjektive Töne und über Doppelthören. Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 21, 1899, 22 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw., 3. Heft, 1901.

Über die Bestimmung hoher Schwingungszahlen durch Differenztöne, s. o.

¹⁾ Über den Begriff der Gemütsbewegung. Zeitschr. für Psychol. usw. Bd. 21, 1899, 53 S.

Empfindungen der Leichtigkeit usw. bzw. der Atemnot, des Herzklopfens, nicht aber zu echten Gemütsbewegungen. Nach der James-Langeschen Theorie müßten die Gemütsbewegungen nach Intensität, Qualität und zeitlichem Verlauf mit den entsprechenden Organempfindungen sich decken, was keineswegs zutrifft; Zittern, Herzklopfen usw. dauern oft länger als die Furcht. Immerhin verdienen bei der Beschreibung der Gemütsbewegungen die Organempfindungen, die ihre Entwicklung und Stärke mitbedingen, sorgfältige Berücksichtigung.

Aus dem gleichen Jahre (1899) stammt ein Festvortrag über den „Entwicklungsgedanken in der gegenwärtigen Philosophie“¹⁾, der uns den peinlich genauen Gelehrten als großzügigen Redner zeigt. Die entwicklungsgeschichtliche Betrachtungsweise ist zuerst von den konkreten Geisteswissenschaften her in die Philosophie eingedrungen. Sie darf nicht zu einem Historismus verleiten, für den Ästhetik zur bloßen Kunstgeschichte, Rechtsphilosophie zur Rechtsgeschichte, Ethik zur Sittengeschichte zusammenschumpft, der nur noch theoretisches Konstatieren, hingegen kein Normieren, kein Werten mehr erstrebt.

Als der Entwicklungsgedanke durch Darwin in der Naturwissenschaft zum Siege geführt wurde, gewann er schnell enge Beziehungen zur Seelenlehre. Wie ist nun die Entwicklung des seelischen Lebens zu denken? Sie scheint mit einem Sprunge zu beginnen; denn als ein solcher stellt sich die Entstehung des Seelischen aus dem Körperlichen (oder des Bewußtseins aus dem Unbewußten, oder der Einzelseele aus einem etwaigen Allbewußtsein) dar. Aber auch die Entstehung der Empfindungsqualitäten der höheren Sinne aus einem Ursinn, etwa aus Berührungsempfindungen, ist nur als eine sprunghafte vorzustellen, da ein stetiger Übergang hier nicht vorstellbar ist. Ein Gleiches gilt für die Entstehung des Zeitbewußtseins, der Unterscheidung und Zusammenfassung, des Urteilens usw. So scheint der im ganzen stetig fortschreitenden Entwicklung auf physischem Gebiet eine unetstige, sprunghafte, auf psychischem gesetzmäßig zugeordnet zu sein. (Inzwischen hat bekanntlich die Annahme einer Sprunghaftigkeit der Entwicklung, auch der physischen, sehr an Bedeutung gewonnen.)

Durch die Entwicklungslehre ist ferner das Zweckmäßigkeitsproblem neu belebt worden, freilich ohne eine abschließende Lösung gefunden zu haben. Jedenfalls gehen zweckmäßige Gebilde niemals aus beliebigen, sondern immer nur aus bestimmt disponierten Anfangszuständen hervor, und das gesetzmäßige Zusammenstimmen der

Weltteilchen fordert durchaus die Einheit des letzten Weltprinzips sowie Auffassung der Welt als des einheitlichen Organismus schlechthin.

In den folgenden Jahren erscheinen zwei kinderpsychologische Aufsätze¹⁾ und eine Reihe von ton- und musikwissenschaftlichen Arbeiten²⁾, die wir trotz ihres bedeutsamen Inhaltes übergehen müssen. Es sei nur erwähnt, daß die in der Anmerkung angeführte Untersuchung von „Ton-system und Musik der Siamesen“ (die bei Anwesenheit einer siamesischen Theatertruppe in Berlin angestellt wurde) die Beobachtung von Alex. J. Ellis sicherstellte, daß die Siamesen eine Tonleiter von 7 gleichgroßen Stufen benutzen. Stumpf beschreibt zunächst die Instrumente, besonders diejenigen mit festen Tönen, deduziert dann aus den angestellten Messungen die Tonleiter und stellt Vermutungen über die Entstehung solcher Leitern auf, beschreibt ferner die Ergebnisse von Gehörsprüfungen an den Musikern und gibt endlich die aufgenommenen Melodien und eine vollständige Orchesterpartitur. Der in der letzten Anmerkung an vierter Stelle angeführte Aufsatz bringt eine Kritik der Krügerschen Differenztontheorie der Konsonanz und Dissonanz.

Inzwischen (1904) hatte Stumpf mit seinen Mitarbeitern (E. v. Hornbostel, O. Pfungst) das Geheimnis des „Klugen Hans“ entschleiert, des berühmten v. Ostenschen Pferdes, das auf Multiplikations-, Divisions- u. a. Aufgaben durch Tritte richtig antwortete. Das Tier versagte, wenn die Lösung der gestellten Aufgaben keinem der Anwesenden bekannt war. Scheuklappenversuche ergaben, daß es auf optische Zeichen angewiesen war; Pfungst fand, daß es sich um minimale unabsichtliche Bewegungen des Herrn v. Osten handelte, auf die das Pferd reagierte, statt zu rechnen³⁾.

Besonders fruchtbar an wichtigen Neuerscheinungen ist das Jahr 1907. Der Vortrag „Über

¹⁾ Zur Methodik der Kinderpsychologie. Vortrag. Zeitschr. f. pädag. Psychol. Bd. 2, 1900, 21 S.; auch in: Philos. Reden u. Vorträge. Leipzig 1910.

Eigenartige Sprachentwicklung eines Kindes. Zeitschrift f. pädag. Psychol. Bd. 3, 1902, 29 S.

²⁾ Tontabellen, von C. St. u. K. L. Schaefer. Leipzig 1901, 8 S. u. 9 Tabellen; auch in Beitr. z. Akust. usw., 3. Heft, 1901.

Tonsystem und Musik der Siamesen. Beitr. z. Akust. usw. 3. Heft, 1901, 70 S.

Über das Erkennen von Intervallen und Akkorden bei sehr kurzer Dauer. Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 27, 1902, 39 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw. 4. Heft, 1909.

Differenztöne und Konsonanz. Zeitschr. für Psychol. usw. Bd. 39, 1905, 15 S., auch in Beitr. zur Akust. 4. Heft, 1909.

Über zusammengesetzte Wellenformen. Zeitschr. f. Psychol. usw. Bd. 39, 1905, 28 S.; auch in Beitr. z. Akust. 4. Heft, 1909.

³⁾ Die 1904 in Zeitungen erschienenen Gutachten, eine Mitteilung über den v. Ostenschen Rechenunterricht, ein Protokollauszug und eine Einleitung von Stumpf sind abgedruckt in dem Buche von O. Pfungst, Das Pferd des Herrn von Osten. Leipzig 1907.

¹⁾ Der Entwicklungsgedanke in der gegenwärtigen Philosophie. Festrede i. d. Kaiser-Wilhelm-Akademie. Berlin 1899, 32 S.; auch Leipzig 1900, und in: Leib und Seele. Der Entwicklungsgedanke usw.³⁾ Leipzig. 1909, sowie in: Philosophische Reden und Vorträge. Leipzig 1910.

Gefühlsempfindungen¹⁾ ergänzt die den Gemütsbewegungen gewidmete Darlegung (1899) zu einer vollständigen Gefühlstheorie, indem er die „sinnlichen Gefühle“ als *Empfindungen* auffaßt. *Stumpf* nennt sie Gefühlsempfindungen wegen ihrer engen Beziehung zu den eigentlichen Gefühlen, eben den Gemütsbewegungen. Nach seiner Ansicht ist es überflüssig, zwischen der Schmerzempfindung und ihrem (Unlust-)Gefühlston zu unterscheiden; die Schmerzempfindung ist einfach eine (Unlust-)Gefühlsempfindung. Ebenso gibt es direkt durch Sinnesreize hervorgerufene Lust-Gefühlsempfindungen. Die „sinnlichen Gefühle“, die an Wärme-, Geschmacks-, Geruchs-, Ton-, Farbenempfindungen haften, sind als zentrale Mitempfindungen aufzufassen, wenn es sich nicht einfach — bei starker Reizung — um begleitende peripher erregte Schmerzempfindungen handelt. Diese Deutung der sinnlichen Gefühle, die durch eine kritische Betrachtung anderer Auffassungen gestützt wird, erleichtert die Anordnung und Interpretation vieler Tatsachen, wie der Analgesie, der verlangsamen Leitung der Schmerzempfindung usw.

Die Abhandlung über „Erscheinungen und psychische Funktionen“²⁾ bearbeitet ebenso wichtige wie schwierige Prinzipienfragen der Psychologie. Unter *Erscheinungen* versteht *Stumpf* die Inhalte der Sinnesempfindungen (Rot, Süß, Warm usw.) einschließlich ihrer räumlichen Ausdehnung und Verteilung sowie der zeitlichen Dauer und Folge; die entsprechenden Gedächtnisbilder nennt er Erscheinungen zweiter Ordnung. Zwischen Erscheinungen bestehen gewisse *Verhältnisse*, die in und mit je zwei Erscheinungen gegeben sind und von uns nicht hineingelegt, sondern vorgefunden werden. Als *Funktionen* führt *Stumpf* an: das Bemerken von Erscheinungen und Verhältnissen, das Zusammenfassen von Erscheinungen zu Komplexen, die Begriffsbildung, das Auffassen und Urteilen, die Gemütsbewegungen, das Begehren und Wollen.

Die „Assoziationspsychologie“ (allgemeiner: die Erscheinungspsychologie), wie sie von den meisten heutigen Physiologen und Psychiatern und von vielen Psychologen vertreten wird, nimmt an, daß nur Erscheinungen unmittelbar gegeben sind. Nach *Stumpfs* „Funktionspsychologie“ hingegen sind außerdem Funktionen, und zwar intellektuelle wie emotionale, im Bewußtsein gegeben. Diese, z. B. das Bemerken, Begehren, sind mit den Erscheinungen aufs engste verwoben und auf sie bezogen. Dabei ist der Unterschied zwischen Erscheinungen und psychischen Funktionen der schärfste, den wir kennen. Sie sind ferner in gewissen Grenzen unabhängig veränderlich; d. h. bei gleichen Erscheinungen (z. B. einem

Geschmack) können verschiedene Funktionen (z. B. Beurteilen und Begehren), bei verschiedenen Erscheinungen können gleiche Funktionen stattfinden. Jede Funktion außer der grundlegenden des Wahrnehmens hat ein Korrelat, das nicht Erscheinung ist und von *Stumpf* als *Gebilde* bezeichnet wird. Das Gebilde des Zusammenfassens ist der Inbegriff, das des Urteilens der Sachverhalt, das des Wünschens das Erwünschte, usw.

Die Ergebnisse dieser Abhandlung dienen nun einer tiefschürfenden Untersuchung „Zur Einteilung der Wissenschaften“³⁾ vielfach als Grundlage. Will man den charakteristischen Unterschieden der wichtigsten Wissenschaftsgruppen gerecht werden, so ist mit einem einzigen Einteilungsgrund nicht auszukommen; es müssen mehrere sich durchkreuzende benutzt werden. Verfehlt ist es, in erster Linie nach Methoden einzuteilen, da die Methoden sich in der Hauptsache nach den Gegenständen richten.

Dem Unterschied der physischen und psychischen Gegenstände entspricht die Gegenüberstellung von Natur- und Geisteswissenschaften. Physische Objekte oder Gegenstände der *Naturwissenschaft* sind nicht Erscheinungen (Empfindungskomplexe; *Berkeley*, *Mach* u. a.); sie sind vielmehr aus den Erscheinungen erschlossene, außerbewußte, in räumlichzeitlichen Verhältnissen angeordnete Träger gesetzlicher Veränderungen. Während aus den Erscheinungen die Gegenstände der Naturwissenschaften erschlossen werden, liefern die psychischen Funktionen das Material für die Geisteswissenschaften. Mit den Erscheinungen selbst hat es die *Phänomenologie* zu tun, die von *Stumpf* hier postuliert wird; praktisch wird sie nach Bedarf von Physiologen und Psychologen betrieben; die Empfindungen und Gedächtnisbilder behandeln. Außerdem ist eine *Eidologie* als Wissenschaft von den „Gebilden“ im oben angedeuteten Sinne (also von Inbegriffen, Sachverhalten, Werten usw.) und ferner eine *allgemeine Verhältnislehre* aufzustellen. Die Frage nach den gemeinschaftlichen Gesetzen und dem einheitlichen Zusammenhang der physischen Außenweltobjekte, psychischen Funktionen, Erscheinungen, Gebilde und Verhältnisse führt zur *Metaphysik*.

Nach einem anderen Gesichtspunkte werden Tatsachenwissenschaften (z. B. Geschichte) und Gesetzeswissenschaften (z. B. Physik) unterschieden. Dieser Gegensatz kann jedoch nicht, wie *Windelband* wollte, den angeblich fraglich gewordenen von Geistes- und Naturwissenschaften ersetzen.

Besonders schwierig ist es, der Mathematik ihre Stellung im System der Wissenschaften zuweisen. Am Beispiel der Geometrie führt *Stumpf* scharfsinnig aus, daß ihre Gegenstände durch das Grundmerkmal der Homogenität ausgezeichnet sind.

Die Unterscheidung des Seienden und Sein-

¹⁾ Über Gefühlsempfindungen. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 44, 1907, 49 S.; vgl. den Auszug im Ber. II. d. Congr. f. exp. Psychol. in Würzburg. Leipzig 1907.

²⁾ Erscheinungen und psychische Funktionen. Abh. d. k. p. Akad. d. Wiss. v. Jahre 1906. Berlin 1907.

³⁾ Zur Einteilung der Wissenschaften. Abh. d. k. p. Akad. d. Wiss. v. Jahre 1906. Berlin 1907, 94 S.

sollenden führt zur Trennung der theoretischen und praktischen Wissenschaften. „Seinsollend“ heißen der Verwirklichung fähige Werte. Die praktischen Disziplinen lehren die Wertverwirklichung.

Die Philosophie wird als Wissenschaft der allgemeinsten Gegenstände oder bestimmter als Wissenschaft von den allgemeinsten Gesetzen des Psychischen und denen des Wirklichen überhaupt gefaßt.

Im gleichen Jahre erscheinen zwei für weitere Kreise bestimmte Veröffentlichungen, ein Überblick von hoher Warte über „Richtungen und Gegensätze in der heutigen Psychologie“¹⁾ und eine Rektoratsrede über „Die Wiedergeburt der Philosophie“²⁾. *Stumpf* geht in dieser Rede von dem wechselvollen Schicksal der Philosophie im vergangenen Jahrhundert aus und legt dar, daß nur eine mit den Einzelwissenschaften verbundene, den Weg der Erfahrung benutzende Philosophie Erfolg verspricht. Darum soll der Philosoph das Handwerk, die Freuden und Leiden irgend einer Einzelforschung am eigenen Leibe kennen gelernt haben. Mathematik und Naturwissenschaft sind heute schlechthin unentbehrliche Grundlagen für wissenschaftliche Philosophie. Aber Psychologie und konkrete Geisteswissenschaften sind für das Ganze der Philosophie ebenfalls unbedingt erforderlich; denn nur Geistiges ist unserer Erkenntnis unmittelbar als Realität gegeben, nur im geistigen Leben finden sich primäre Werte. Es gilt, eine die Natur- und Geisteswissenschaften gleichmäßig durchdringende, streng sachlich begründete philosophische Ideenwelt zu erarbeiten.

Eine zweite Berliner Rektoratsrede aus dem folgenden Jahr wendet sich gegen den ethischen Skeptizismus³⁾, der in weiten Kreisen zersetzend und entkräftend wirkt. Das Sittliche ist nicht bloß die Tochter der Sitte und Gewöhnung, zuletzt erwachsen aus Furcht vor Strafe und etwa noch aus ursprünglichen Sympathiegefühlen oder sozialen Instinkten. Über alledem steht als das Wesentliche die ethische *Einsicht*, das evidente *Erkennen* des Guten, das in Gegensatz zu Sitte, Gewohnheit und Furcht stehen und ihnen trotzen kann. Diese ethische Evidenz, in der sich Fühlen und Erkennen durchdringen, geht nicht auf die bloße Form, sondern zunächst auf die Materie des Wollens, auf ideale Güter oder Werte. Evident wertvoll und daher als wahre Güter anerkannt sind Wahrheit, Schönheit, reine Daseinsfreude, Liebe und Treue usw. Von der Güterlehre führt zur Pflichtenlehre vornehmlich die

Erkenntnis, daß zu umfassender Verwirklichung idealer Güter ein Aufgehen des Individuums in gemeinschaftlichen Zielen erforderlich ist. Bei solchem Aufgehen im Sachlichen, Objektiv-Wertvollen, aber bewährt sich der schlichte Satz: Nur wer seine Seele verliert, wird sie gewinnen, wird, ohne es zu wollen, sein Leben wahrhaft reich gestalten.

Im gleichen Jahre veröffentlicht der Jubilar „Akustische Versuche mit *Pepito Arriola*“⁴⁾, einem damals 6-jährigen musikalischen Wunderkind, und einen Aufsatz über „Das Berliner Phonogrammarchiv“⁵⁾, das *Stumpf* gegründet und mit seinen Mitarbeitern erfolgreich ausgebaut hat. Um die wissenschaftliche Verwertung des Phonographen, neuerdings auch in den Kriegsgefangenenlagern, hat sich *Stumpf* sehr verdient gemacht.

Ein Vortrag über „Die Anfänge der Musik“⁶⁾ und das aus ihm (durch Erweiterung, Hinzufügung von Anmerkungen; zahlreichen Beispielen primitiver Melodien mit technischen Analysen, endlich Abbildungen primitiver Instrumente) hervorgegangene gleichnamige Buch⁷⁾ bringen die Früchte der ethnologischen Musikstudien *Stumpfs* in reizvoller, auch für weitere Kreise bestimmter Darbietung. *Darwins* Ansicht, daß die Musik auf Liebeswerbung durch Lautäußerungen zurückgehe, erklärt nicht, was für *unsere* Musik wesentlich ist: das Wiedererzeugen gleicher Intervallfolgen und das Aufkommen dazu geeigneter Intervalle. Auch die Erklärung durch Nachahmung des Vogelsanges (*Lucretius Carus*), die Zurückführung auf die Akzente und Tonfälle des erregten Sprechens (*H. Spencer* u. a.), die Rhythmustheorie (*Tanzrhythmus: Wallaschek; Arbeitsrhythmus: Bücher*) versagen angesichts der Hauptfrage, der Entstehung bestimmter, transponierbarer Intervalle, mögen sie im übrigen auch Richtiges bringen.

Stumpf geht aus von der lautlichen Zeichengebung auf größere Entfernungen. Dabei verweilt die Stimme mit großer Stärke fest auf einem hohen Ton, wie er eben durch stärkste Anspannung der Stimmlippen hervorgebracht wird. Vielfach werden Männer und Knaben oder Männer und Frauen zusammen rufen, bestrebt, den gleichen Ton hervorzubringen, um ihn zu verstärken. Wegen der Verschiedenheit ihrer Tonregionen werden sie aber oft kein wirkliches Unisono erzielen, sondern etwa jene Tonverbindung, die ihm zum Verwechseln ähnlich ist: die Oktave, oder auch die Quinte oder die Quarte, die

¹⁾ Richtungen und Gegensätze in der heutigen Psychologie. Intern. Wochenschr. f. Wiss., Kunst und Technik, 1907, 12 Spalten.

²⁾ Die Wiedergeburt der Philosophie. Berlin 1907, 28 S.; auch Leipzig 1908, 38 S., und in Philos. Reden u. Vorträge. Leipzig 1910.

³⁾ Vom ethischen Skeptizismus. Berlin 1908, 22 S.; auch Leipzig 1908, 30 S., und in Philos. Reden und Vorträge. Leipzig 1910.

⁴⁾ Akustische Versuche mit *Pepito Arriola*. Zeitschr. f. angewandte Psychol. Bd. 2, 1908, 11 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw., 4. Heft, 1909.

⁵⁾ Das Berliner Phonogrammarchiv. Intern. Wochenschr. f. Wiss., Kunst u. Technik, 1908, 22 Spalten.

⁶⁾ Die Anfänge der Musik. Intern. Wochenschr. f. Wiss., Kunst u. Technik, 1909, 24 Sp.; auch in Philos. Reden u. Vorträge, Leipzig 1910, 37 S.

⁷⁾ Die Anfänge der Musik. Leipzig 1911, 209 S.

ebenfalls noch erheblich verschmelzen und mit dem Unisono verwechselt werden können. Doch konnte die Verschiedenheit solcher Signaltöne immerhin auffallen, insbesondere, wenn diese nicht (oder nicht ganz) gleichzeitig erschallten. Erregte sie die Neugier, wurden diese Tonfolgen dann spielend hervorgebracht und eingeprägt, so waren jene transponierbaren Intervalle gewonnen, die dann ästhetisch verwertet und dabei durch allerlei Zwischentöne ausgefüllt werden konnten. So mögen die ersten melodischen Phrasen und die Keime einer Leiter entstanden sein. Zu primitivsten Melodien mit willkürlichen kleinen Intervallen konnte man freilich schon vorher gelangen.

Sehr früh tritt der Gebrauch von Instrumenten auf, so etwa von Pfeifen. Beim Gebrauch von Pfeifen verschiedener Tonhöhe konnte man wieder auf jene Grundintervalle aufmerksam werden, die durch ihr einheitliches Zusammenklingen auffielen. Die durch „Überblasen“ hervortretenden Teiltöne konnten ebenfalls auf die konsonanten Intervalle aufmerksam machen. Die Erfindung der Pfeifen mit mehreren Löchern und der Panpfeifen brachten eine große Bereicherung und einen starken Aufschwung des Musizierens. Die Saiteninstrumente, die ebenfalls in primitiver Form weitverbreitet sind, sich aber wohl langsamer entwickelt haben, sind vermutlich aus dem Bogen der Jäger entstanden. Der „Musikbogen“ wird durch Benutzung von Resonatoren (offener Mund, ausgehöhlter Kürbis) und von mehreren Saiten vervollkommen. Endlich werden auch Schlaginstrumente musikalisch verwendet. Übrigens gibt es Stämme, die nur Gesangsmusik ausgebildet haben; die Veddas in Ceylon z. B. haben keine Instrumente.

Dreiklänge und Akkorde in unserem Sinne, die Freude an ihrer mannigfaltigen Verbindung, Verwicklung und Auflösung sind eine europäische Errungenschaft seit dem 12. Jahrhundert. Ansätze zur Mehrstimmigkeit aber finden sich schon bei den Naturvölkern. Der Rhythmus als Seite der Musik ist sehr früh zu einer reichen Durchbildung gediehen. Die Griechen und selbst die Naturvölker sind uns hierin überlegen.

Die weitere Entwicklung führt zu fortschreitender Zentralisierung des Tonmaterials; ein Hauptton (Tonica) tritt allmählich in den Melodien hervor. Ferner bilden sich immer festere (vorwiegend fünfstufige und siebenstufige) Leitern innerhalb des Oktavenbezirkes, und zwar vorzüglich unter Durchbildung des Konsonanzprinzips oder des Distanzprinzips (das zu gleichstufigen Leitern führt). Bei den Kulturvölkern Asiens hat sich eine von der uns vertrauten ganz verschiedene Art der Vielstimmigkeit entwickelt, die *Stumpf* gegenüber der harmonischen Musik als Heterophonie bezeichnet.

In den 1910 erscheinenden „Philosophische(n) Reden und Vorträge(n)“ veröffentlicht *Stumpf* neben den von uns schon angeführten einen feinsinnigen Vortrag über die paradoxe „Lust am

Trauerspiel“¹⁾. Diese entspringt mehreren Quellen. Durch die Tragödie werden auf dem Wege des Mitfühlens außergewöhnliche, starke Affekte im Zuschauer wachgerufen. Deren Entfesselung aber tut wohl, wie jede lang entbehrte, freie Betätigung einer Lebensfunktion. Wesentlicher aber ist die Lust am Erhabenen; auch traurige Ereignisse werden, gerade wenn sie unerhörte Größe erreichen, als Vorstellungsgegenstände Unterlage dieses eigentümlichen Lustgefühls. Im tragischen Kunstwerk verschmilzt mit dem Eindruck des Erhabenen, den die Majestät des Todes, des heldischen Unterganges aufs höchste steigert, der beglückende Eindruck des Schönen, der der Tragik der rauen Wirklichkeit zu fehlen pflegt. Ein Erhabenes höherer Art aber tritt uns vor Augen, wenn im Trauerspiel der Sieger Tod überwunden wird durch die Macht der sittlichen Ideen, die auf der düsteren Grundlage einer physischen Vernichtung des Helden um so heller erstrahlen. Überdies erwecken moralische Gesinnungen abgesehen vom Eindruck des Erhabenen eine ästhetische Befriedigung: die des Moralisch-Schönen. Das Mitleid, selbst leidvoll, steigert doch unsere Liebe zum leidenden Helden und zu dem in ihm erscheinenden Guten und vermittelt so das beseligende Gefühl der Liebe zum Edlen, das trotz Leid und Tod im Siegesglanze strahlt. Dazu kommen nun Nachwirkungen des Trauerspiels: Den wilden Aufregungen folgt wohlige Erleichterung. Das Gefühl des Erhabenen geht über in eine im weitesten Sinne religiöse Stimmung.

Auf akustischem Gebiete erscheinen im gleichen Jahre zwei wichtige Arbeiten. Eine umfangreiche Untersuchung bringt sorgfältige „Beobachtungen über Kombinationstöne“²⁾, und zwar im wesentlichen über subjektive Kombinations-töne, d. h. solche, die durch Anwendung von Resonatoren nicht oder nicht merklich verstärkt werden, die demnach irgendwo in unserem Kopfe entstehen oder doch verstärkt werden. Bedeutet t die Schwingungszahl des tieferen, h die des höheren Primärtones, so ergeben sich direkte Kombinationstöne von folgenden Schwingungszahlen: $h - t$, $h + t$, $2t - h$, $2h - t$, $3t - 2h$, $3h - 2t$, (wahrscheinlich) $4t - 3h$, $4h - 3t$. Erhebliche Stärke besitzen nur der Kombinationston $h - t$, wenn der Abstand der Primär-töne h und t innerhalb der Oktave bleibt, und der Kombinationston $2t - h$, der ja nur bis zum Oktavenabstand von t und h möglich ist. Hinter diesen beiden stehen alle übrigen Kombinations-töne an Stärke bedeutend zurück.

Die Ergebnisse *Stumpfs* widersprechen vielfach den Angaben *Krügers*, auf die dieser seine Konsonanztheorie stützt.

¹⁾ Die Lust am Trauerspiel. Philos. Reden u. Vorträge, Leipzig 1910, 64 S.

²⁾ Beobachtungen über Kombinationstöne. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 55, 1910, 142 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw., 5. Heft, 1910.

Daß *Helmholtz* die ältere Theorie von der Entstehung der Kombinationstöne aus Schwebungen mit Recht verwarf, ergibt sich u. a. aus der Existenz des Summationstones ($h+t$) und der Differenztone außer $h-t$, da doch nur dieser aus Schwebungen herzuleiten wäre und die übrigen nachweislich nicht aus ihm entstehen können. Aus der *Helmholtz*schen Erklärung der Kombinationstöne ist aber nur der Grundgedanke als erwiesen zu betrachten: daß für die Bildung solcher Töne im Ohr irgendwie besonders günstige Bedingungen vorliegen müssen. Außer den Vorgängen im peripherischen Organ (und vielleicht der Mitwirkung des Schädels) kommen wohl zentrale Prozesse für die Erklärung der Stärkeunterschiede, der Schwächung und Verdrängung gewisser Kombinationstöne in Betracht.

Die Arbeit über „Konsonanz und Konkordanz“⁽¹⁾ wirft die Frage auf: Welches ist die sachliche Rechtfertigung, das vernünftige Strukturprinzip des Dreiklangs in seinen beiden Formen *Dur* und *Moll*, auf dem unsere Musik beruht. Das zugrundeliegende Prinzip läßt sich folgendermaßen aussprechen: „Es werde die größte Anzahl von Tönen innerhalb der Oktave angegeben, die sämtlich unter sich konsonieren, und zwar indem wir in der Tonbewegung von unten nach oben und unter den Konsonanzen von den stärkeren zu den schwächeren Konsonanzgraden übergehen.“ Nach diesem Prinzip erhalten wir mit dem oberen Abschluß der Oktave die beiden Vierklänge $c\ es\ g\ c^1$ und $c\ e\ g\ c^1$, in denen sämtliche höheren Verschmelzungsstufen (Konsonanzgrade) repräsentiert sind. Läßt man c^1 als Anfangspunkt eines neuen Oktavraumes und entsprechenden Zusammenklanges fort, so behält man den Dreiklang in seinen beiden Formen *Dur* und *Moll*. Als Konkordanz bezeichnet nun *Stumpf* den Aufbau eines Mehrklanges „nach dem Prinzip der Maximalzahl mit dem Grundton konsonierender Töne innerhalb der Oktave in der Richtung von unten nach oben und nach der Rangfolge der Konsonanzgrade; sei es, daß der gegebene Mehrklang diese Anforderung ohne weiteres erfüllt oder durch Oktavversetzungen auf einen sie erfüllenden zurückgeführt werden kann.“ Der Begriff der Konkordanz ist also weit komplizierter als derjenige der Konsonanz, auf den er sich aufbaut.

Ein zweiter Artikel über „Differenztone und Konsonanz“⁽²⁾ setzt die Polemik gegen *Krüger* fort. Außer diesen Arbeiten und dem Buch über „Die Anfänge der Musik“ erscheint im Jahre 1911 noch ein Kongreßvortrag „Über die Bedeutung

ethnologischer Untersuchungen für die Psychologie und Ästhetik der Tonkunst“⁽³⁾.

Auf dem Kongreß für experimentelle Psychologie zu Göttingen im Jahre 1914 trug *Stumpf* ein Referat „Über neuere Untersuchungen zur Tonlehre“⁽⁴⁾, und zwar zur Lehre von den Grundeigenschaften der Tonempfindungen vor. Er berichtete über die von *Brentano* und *Révész* erneuerte Unterscheidung zweier Momente in der Tonhöhe, eines mit den Schwingungszahlen parallel fortschreitenden und eines mit Verdoppelung der Schwingungszahl periodisch wiederkehrenden Momentes, ferner über *Köhlers* Lehre von den Vokalqualitäten der Töne und nebenher über die Ansicht *Jaensch*s, wonach die Vokale als die eigentlichen Qualitäten der Geräusche zu betrachten sind. *Stumpf* erkennt jene zwei Teilmomente an: das parallel mit den Schwingungszahlen veränderliche Moment der „Höhe“ oder „Helligkeit“ und die musikalische „Qualität“, die das c zum c , das f zum f macht, einerlei, in welcher Oktave. Die Lehre von den Vokalqualitäten als neuen Grundeigenschaften oder gar als den Grundqualitäten der Töne wird unter Anerkennung *Köhlerscher* Beobachtungsergebnisse abgelehnt; auch *Jaensch*s Vokaltheorie der Geräusche wird verworfen.

Ein gemeinverständlicher Aufsatz über „Ziele und Wege der neueren Psychologie“⁽⁵⁾ sowie „Bemerkungen und Selbstbeobachtungen“ im Anhang zu *St. Baley*s „Versuche(n) über die Lokalisation beim dichotischen Hören“⁽⁶⁾ können hier nur erwähnt werden.

v. Liebermann und *Révész* haben (1912, 13, 14) behauptet, daß unter gewissen Umständen eine der Farbenmischung analoge Tonmischung stattfindet. Demgegenüber führt *Stumpf* in dem Aufsatz „Binaurale Tonmischung, Mehrheitsschwelle und Mitteltonbildung“⁽⁷⁾ aus, daß der Beweis für diese Behauptung nicht erbracht wurde, und daß kein Grund vorliegt, die von *Helmholtz* hervorgehobene Eigentümlichkeit des Tonsinnes als eines analysierenden Sinnes gegenüber dem Farbensinn in Frage zu stellen. Der schon *Helmholtz* bekannte Umstand, daß bei geringer Differenz der Schwingungszahlen der Tonkomplex

⁽¹⁾ Konsonanz und Konkordanz. In Festschr. f. *R. v. Liliencron*. Leipzig 1910, 21 S.; erweitert in Zeitschr. f. Psychol. Bd. 58, 1911, 35 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw., 6. Heft 1911.

⁽²⁾ Differenztone und Konsonanz. 2. Artikel. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 59, 1911, 15 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw., 6. Heft, 1911.

⁽³⁾ Über die Bedeutung ethnologischer Untersuchungen für die Psychologie und Ästhetik der Tonkunst, von *C. St.* u. *E. v. Hornbostel*. Im Bericht ü. d. IV. Kongr. f. exp. Psychol. i. Innsbruck 1910, Leipzig 1911, 14 S.; auch in Beitr. z. Akust. usw. 6. Heft, 1911.

⁽⁴⁾ Über neuere Untersuchungen zur Tonlehre. Im Ber. ü. d. VI. Kongr. f. exp. Psychol. i. Göttingen 1914, Leipzig 1914, 41 S. u. Diskussion; auch in Beitr. z. Akust. usw. 8. Heft, 1915.

⁽⁵⁾ Ziele und Wege der neueren Psychologie. In: Das Kind und die Schule. Leipzig 1914, 10 S.

⁽⁶⁾ Bemerkungen und Selbstbeobachtungen. Anhang zu *St. Baley*, Versuche über die Lokalisation beim dichotischen Hören. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 70, 1914/15, 7 S.

⁽⁷⁾ Binaurale Tonmischung, Mehrheitsschwelle und Mitteltonbildung. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 75, 1916, 21 S.

unanalysierbar wird, und daß dann im allgemeinen ein mittlerer Ton herauskommt, beseitigt nicht jenen Gegensatz zwischen Ton- und Gesichtssinn.

Im gleichen Jahre (1916) kommt *Stumpf* auf seine Theorie der Gefühlsempfindungen zurück¹⁾, die er gegen *Brentano*, *Kölpe*, *Titchener*, *Ziehen* u. a. energisch verteidigt. Ein weiterer Artikel behandelt einen bemerkenswerten Fall von pathologischem „Verlust der Gefühlsempfindungen im Tongebiete“²⁾. *Stumpf* entnimmt ihm mit Recht, daß der sogenannte Gefühlston trennbar ist von den Tönen selbst, also keine immanente Eigenschaft der Tonempfindungen darstellt.

Zur 100-jährigen Wiederkehr von *Lotzes* Geburtstag (21. Mai 1817) veröffentlicht *Stumpf* als verehrender Freund und ausgezeichnete Kenner jenes großen Denkers und seiner Philosophie einen Gedächtnisaufsatz³⁾.

Mit einer unlängst erschienenen umfangreichen Akademieabhandlung dringt der Jubilar in ein neues Spezialgebiet, die Phänomenologie der Gesichtsempfindungen⁴⁾, ein. Den Hauptgegenstand einer sorgfältigen Untersuchung bildet die früher viel verhandelte Frage nach den Intensitätsunterschieden der Farbenempfindungen. *Stumpf* bahnt sich wiederum den Weg durch Festlegung begrifflicher Grundlagen, insbesondere des Attributsbegriffes. Unter den Attributen oder Grundeigenschaften einer Gattung von Sinnesempfindungen versteht er ihre immanenten, wesentlichen und primären Merkmale. Immanent heißen Merkmale, die aus den Empfindungsinhalten selbst geschöpft sind, nicht aus ihren Ursachen oder Wirkungen oder aus begleitenden Erscheinungen; darum gehört z. B. die Aufdringlichkeit, die Fähigkeit, sich der Aufmerksamkeit aufzudrängen, nicht zu den immanenten Merkmalen von Farbempfindungen. Primär nennt *Stumpf* Empfindungseigenschaften, die nicht auf Unterschieden der räumlichen Erscheinungsform und nicht auf individueller Erfahrung beruhen; der Glanz z. B. ist also nicht primär, da er wohl nur auf Grund gewisser räumlicher Anordnungen von Empfindungsinhalten auftritt.

Indem *Stumpf* überhaupt von den räumlichen und zeitlichen Eigenschaften absieht, kommt seine phänomenologische Untersuchung zu dem Ergebnis, daß mindestens drei Attribute an den Gesichtsempfindungen zu unterscheiden sind: *Qualität* (bei den getönten Farben auch Farbenton genannt), *Helligkeit* und *Stärke*.

Der *Qualität* nach sind alle Gesichtsempfindungen (also auch Rotgelb, Grünblau, Rosa und dergl.) einfach („Einheitslehre“). Sie können auf sechs (bzw. fünf) ausgezeichnete Qualitäten: Schwarz, Weiß, Rot, Grün, Blau, Gelb, bezogen werden, und bei solchem Beziehen muß eine gegebene Farbenempfindung ihrer Natur nach zu ganz bestimmten Grundqualitäten hingeeordnet werden. *Stumpf* erkennt den phänomenologischen Gehalt der Heringschen Lehre von den (eben angeführten) sechs Grund-, Haupt- oder Urfarben an (nur mit einem Vorbehalt in bezug auf die Dualität von Weiß und Schwarz).

Daß man neben der *Qualität* die *Helligkeit* als ein besonderes Attribut ansehen muß, geht aus der Tatsache der Eigenhelligkeit oder spezifischen Helligkeit der Urfarben hervor; unter den getönten Farben ist Gelb am hellsten, Blau am dunkelsten. Auch an der schwarzweißen Reihe sind *Qualität* und *Helligkeit* begrifflich auseinander zu halten. Die Grundfarben bilden unter gleichen Beleuchtungsverhältnissen und gleicher Adaptation nach ihrer Helligkeit eine zwischen dem tiefsten Schwarz und dem höchsten Weiß liegende Reihe.

Der *Stärke* nach liegen die Gesichtsempfindungen zwischen dem Augenschwarz und dem direkten Sonnenlicht. Diese Extreme zeigen einen deutlichen und großen Stärkeunterschied. Hingegen weisen die Farben bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung nur geringe, experimentell wohl kaum eindeutig feststellbare Stärkeunterschiede auf.

Die „Sättigung“ ist kein Attribut. Da jede Farbempfindung etwas einfaches ist, also z. B. die Rosaempfindung nicht aus einer Rot- und einer Weißempfindung zusammengemischt ist, kann sie auch nicht durch Verstärkung einer Teilempfindung, also etwa des Rot, stärker gesättigt werden. Doch kann man den Ausdruck Sättigung für die Annäherung einer Farbe an ihr „Ideal“ beibehalten. —

Überraschend reich, vielseitig und gediegen ist die Forscherarbeit, von der wir zu berichten hatten. Möchte *C. Stumpf* noch viele Jahre lang mit frischer Kraft den Reichtum seines Werkes mehren.

Die Konkurrenz der männlichen um die weiblichen Keimzellen und das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter.

Von Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem,
Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie.

Es ist längst bekannt, daß man bei getrenntgeschlechtigen Organismen, Tieren wie Pflanzen, die beiden Geschlechter nicht in genau gleichen Zahlen findet, sondern daß bald das eine, bald das andere Geschlecht zahlreicher ist. Beim Menschen kommen in Mitteleuropa auf 100 Mädchen-geburten ungefähr 106 Knabengeburten, und ge-

¹⁾ Apologie der Gefühlsempfindungen. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 75, 1916, 38 S.

²⁾ Verlust der Gefühlsempfindungen im Tongebiete (musikalische Anhedonie). Zeitschr. f. Psychol. Bd. 75, 1916, 15 S.

³⁾ Zum Gedächtnis *Lotzes*. Kantstudien Bd. 22, 1917, 26 S.

⁴⁾ Die Attribute der Gesichtsempfindungen. Abh. d. k. p. Akad. d. Wiss., Jahrg. 1917. Phil.-Hist. Kl. Nr. 8, Berlin 1917.

nau das gleiche Verhältnis hat anfangs der 80er Jahre Heyer beim Bingelkraut (*Mercurialis annua*) gefunden. Bei anderen Arten überwiegt das weibliche Geschlecht, im Pflanzenreich z. B. beim Hanf.

Das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter ist also für jede Spezies charakteristisch. Freilich fällt es nicht immer genau gleich aus. Für den Menschen ist ja bekannt, daß die Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes größer ist, so daß sich einerseits der Knabenüberschuß der Geburten allmählich ausgleicht und schließlich das weibliche Geschlecht überwiegt, und daß andererseits die Zahl der Knabenkonzeptionen die der Mädchenkonzeptionen noch weit mehr übersteigt, als die Zahl der Knabengeburtens die der Mädchengeburten, so daß für sie etwa das Verhältnis 125 zu 100 herauskommt. Die verschiedenen Sippen ein und derselben Art können sich ferner durch ihr Geschlechtsverhältnis unterscheiden. So wird bei den Negern der Vereinigten Staaten eher ein Überschuß von Mädchen geboren, während bei der weißen Bevölkerung das Verhältnis etwa das gleiche wie bei uns ist. Und schließlich hat man durch statistische Untersuchungen feststellen können, daß die verschiedensten Bedingungen darauf Einfluß haben können. Bei älteren Erstgebärenden ist z. B. der Knabenüberschuß noch bedeutend größer als sonst schon.

Es hat nun nicht an Bemühungen gefehlt, auf dem Wege des Experimentes eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zu erzielen, ja, alle die vielen Versuche, die gemacht worden sind, um bei Tier und Pflanze die Geschlechtsbestimmung in die Hand zu bekommen, laufen auf dieses Problem hinaus. Aber von den vielen Rezepten, die man gefunden zu haben glaubte, haben nur ganz wenige einer kritischen Prüfung standgehalten. Ich will auf die vielen widerlegten Angaben nicht eingehen, sondern nur einige sichere Ergebnisse kurz erwähnen. Wir können in manchen Fällen, wo geschlechtliche und ungeschlechtliche Generationen abwechseln, die Geschlechtlichkeit überhaupt herbeiführen. Wir sind imstande, die Larven des Wurms *Bonellia viridis* je nach der Ernährung zu Männchen oder Weibchen werden zu lassen, wie das Baltzer gezeigt hat. Wir können bei einem anderen Wurm, *Dinophilus apatris*, durch Temperaturänderung mehr Eikeime als sonst verschmelzen lassen und so mehr große, weibchengebende Eier erhalten, oder die Verschmelzung verhindern, und so mehr kleine, männchengebende Eier erzielen. Mehrfach ist es gelungen, durch Ersatz des einen Elters in einem Elternpaare $A + B$ durch ein Individuum C , das eine andere geschlechtliche Veranlagung hat, eine anders zusammengesetzte Nachkommenschaft zu erhalten. Die ersten derartigen Versuche habe ich selbst bei Pflanzen, und Richard Hertwig bei Fröschen ausgeführt; in neuester Zeit hat R. Goldschmidt auf diese Weise sehr schöne Erfolge erzielt. Endlich ist noch

eines bekannten Versuches von Richard Hertwig zu gedenken, der dadurch, daß er die Befruchtung von Froscheiern weiter und weiter hinausschob, immer mehr Männchen und schließlich nur noch solche erhielt.

Diese wenigen Bemerkungen müssen genügen, um den Stand der Frage zu zeigen.

Die neuen Versuche, über die ich hier kurz berichten will¹⁾, gehen von folgender Überlegung aus.

Nach den Untersuchungen der letzten zehn Jahre wissen wir, daß die Geschlechtsbestimmung im Tier- und Pflanzenreich in weitaus der Mehrzahl der Fälle — *Bonellia* und *Dinophilus*, die oben erwähnt worden sind, gehören gewiß zu den seltenen Ausnahmen — in folgender Weise vor sich geht: Das eine „homogametische“ Geschlecht (in den meisten Fällen das weibliche) bringt nur einerlei Keimzellen (Eizellen) hervor, die alle die gleiche (weibliche) Tendenz besitzen, während das andere „heterogametische“ Geschlecht (meist das männliche) zwei Sorten von Keimzellen (Spermien) bildet, die sich im Tierreich oft schon dadurch unterscheiden, daß die eine in ihrer Kernsubstanz ein Chromosom mehr hat, als die andere. Die eine Sorte läßt die Tendenz der Keimzellen des homogametischen Geschlechtes (der Eizellen) unverändert, so daß wieder dieses (weibliche) Geschlecht entsteht. Die andere Sorte verändert dagegen irgendwie diese Tendenz und ruft so die Entstehung des eigenen, heterogametischen (männlichen) Geschlechtes hervor. Wir können den Vorgang der Geschlechtsbestimmung in völlige Parallele mit der Rückkreuzung eines einfachsten mendelnden Bastardes (= heterogametisches Geschlecht) mit seinem einen rezessiven Elter (= homogametisches Geschlecht) bringen.

In beiden Fällen müssen wir annehmen, daß die zwei Sorten Keimzellen durch eine bestimmte Kernteilung, die Reduktionsteilung, entstehen und deshalb zunächst im Verhältnis 1:1 vorhanden sein müssen. Ist das der Fall, dann müßten auch die beiderlei Individuen, die unter Beteiligung der zwei Sorten Keimzellen gebildet werden, in gleichen Zahlen entstehen. Das trifft nun für die Rückkreuzung des mendelnden Bastardes mit seinem rezessiven Elter im allgemeinen zu, nicht aber für die Geschlechtsbestimmung. Das Zahlenverhältnis der Geschlechter weicht fast ausnahmslos, und oft sehr auffällig, vom Verhältnis 1:1 ab, wie wir schon sahen.

Nun gibt es aber auch bei mendelnden Bastarden Fälle, wo das Zahlenverhältnis der Nachkom-

¹⁾ Die ausführliche Mitteilung „Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses“ ist in den Sitzungsberichten der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften 1917, S. 685 u. f. erschienen. Auf sie muß, sowohl wegen der theoretischen Grundlagen, als wegen der Versuchsanstellung und der Zahlenangaben verwiesen werden.

menschchaft stark von dem abweicht, was nach der Theorie erwartet werden sollte. Ich konnte, als ich 1902 den ersten einschlägigen Fall beschrieb, auch gleich zeigen, daß die Keimzellen zwar genau im Verhältnis 1:1 gebildet werden, daß aber zwischen den zwei Sorten männlicher Keimzellen eine Konkurrenz um die weiblichen Keimzellen stattfindet. Die eine Sorte ist im Vorteil, wahrscheinlich — es handelt sich um eine höhere Pflanze, den Mais —, weil die Schläuche dieser Sorte Pollenkörner die (den Spermien der Tiere gleichwertigen) Spermakerne rascher zu den Eizellen der Samenanlagen befördern, als die Schläuche der andern Sorte die ihren. Sobald nämlich die Möglichkeit einer Konkurrenz ausgeschlossen wurde — wie, wollen wir hier nicht näher verfolgen —, stellte sich das zu erwartende Zahlenverhältnis ein.

Diese auf dem Gebiet der Bastardforschung entstandene Vorstellung von einem Konkurrenzkampf mit ungleichen Chancen unter zweierlei Sorten Keimzellen habe ich dann auf die Geschlechtsbestimmung übertragen und für die Abweichungen vom Geschlechtsverhältnis 1:1 verantwortlich gemacht. Später haben *Schleip* und *Fritz Lenz* den Vorteil der einen Sorte männlicher Keimzellen darin gesehen, daß sie mit weniger Chromatin beladen ist — es fehlt ihr das Geschlechtschromosom — und so beweglicher sein soll. So sinnreich diese spezielle Annahme auch ist, so kann sie nur auf einen Teil der Fälle Anwendung finden. Wenn das weibliche Geschlecht an Zahl überwiegt, oder wenn es die zweierlei Keimzellen hervorbringt, versagt sie, und ebenso überall da, wo keine Unterschiede im Chromatinbestand der männlichen und weiblichen Kerne vorhanden sind, unter anderem also im ganzen Pflanzenreich. Die Existenz eines Konkurrenzkampfes läßt sich aber gerade hier, wie wir gleich sehen werden, experimentell zeigen.

Nehmen wir an, wir hätten eine höhere Pflanze mit getrenntem Geschlecht vor uns. Die weiblichen Individuen bilden einerlei Keimzellen mit derselben weiblichen Tendenz, die männlichen Individuen dagegen zweierlei Pollenkörner in gleicher Zahl, solche, die männchenbestimmende, und solche, die weibchenbestimmende Spermakerne hervorbringen. Wir haben danach auch bei den Pollenkörnern selbst Männchenbestimmer und Weibchenbestimmer (ohne sie jedoch äußerlich unterscheiden zu können).

Die Weibchenbestimmer sollen etwas im Vorteil sein, indem ihre Schläuche rascher wachsen und so die Spermakerne rascher in den Fruchtknoten zu den Samenanlagen mit je einer Eizelle befördern. Solche Samenanlagen mögen etwa 300 vorhanden sein. Die beiderlei Pollenkörner sind schon durch ihre Entstehung so gut als möglich gemischt. Bringen wir nun etwa 300 Körner, also 150 Männchenbestimmer und ebensoviel Weibchenbestimmer, auf die Narbe, oder weniger, so

kann jeder Pollenschlauch eine Samenanlage finden und deren Eizelle befruchten. Denn wenn die Zeit reicht, kommen auch die langsamsten Schläuche der benachteiligten Sorte an ein Ziel. Die Folge wird sein, daß die Nachkommenschaft aus gleichviel Männchen und Weibchen bestehen wird. Anders, wenn wir die Zahl der Pollenkörner vergrößern, so daß sie das Doppelte oder mehr von der Zahl der Samenanlagen, also 600 und mehr, beträgt. Dann werden — vorausgesetzt, daß eine scharfe Grenze zwischen den beiden Sorten Pollen hinsichtlich der Schnelligkeit der Schlauchbildung besteht — ausschließlich die Weibchenbestimmer die Befruchtung ausführen. Wenn die Schläuche der Männchenbestimmer auch zu den Samenanlagen gelangt sind, ist es zu spät; diese sind schon befruchtet. Die ganze Nachkommenschaft wird also aus Weibchen bestehen. Liegt die Zahl der Pollenkörner zwischen 300 und 600, so beteiligen sich beide Pollensorten an der Befruchtung; je größer die Zahl der Körner im Verhältnis zur Zahl der Samenanlagen wird, desto mehr wird das Zahlenverhältnis zugunsten der Weibchen verschoben.

Ich habe absichtlich ein übertriebenes Beispiel gewählt, um recht deutlich den Einfluß zu zeigen, den die Schärfe der Konkurrenz hat, und wie sie von der Zahl der Pollenkörner abhängt. So durchgreifende Erfolge waren im Versuch nicht zu erreichen; immerhin ließ sich auf diesem Wege eine beträchtliche und sichere Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses erzielen.

Für die Versuche wurden unsere Lichtnelken, *Melandrium album* und *rubrum*, benützt, die schon vielfach zu Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung gedient hatten, so *Strasburger* und vor allem *Shull*. Beide haben nach Zählungen von mehr als je 10 000 Pflanzen das durchschnittliche Geschlechtsverhältnis zu 43 % Männchen und 57 % Weibchen ermittelt. *Shull* konnte aber außerdem zeigen, daß bei verschiedenen Familien sehr auffällige, offenbar erbliche Unterschiede vorhanden sein können. Daraus ließ sich für unsere Versuche als Hauptbedingung ableiten, daß nur die Nachkommen desselben Elternpaares miteinander verglichen werden durften.

Es wurden vier weibliche Pflanzen isoliert und mit dem Pollen eines ebenfalls isolierten Männchens bestäubt. Die Menge des Pollens wurde so abgestuft, daß ein Teil der Blüten der Weibchen sehr viel Pollen erhielt, etwa so viel, als in zwei ganzen männlichen Blüten gebildet wurde, ein Teil nur den Pollen eines einzelnen Staubbeutels und ein Teil endlich noch weniger, nur soviel, als nach Blasen und Schütteln noch an einer aufgesprungenen Anthere haften blieb. Auch diese geringe Pollenmenge rief oft noch ganz guten Samenansatz hervor. Es wurden einstweilen nur die auf extreme Weise — mit sehr viel und mit wenig Pollen — erzeugten Samen ausgesät. Im ersten Fall erhielt ich bis jetzt

895 Weibchen und 381 Männchen, also 30 % Männchen, im anderen Fall 737 Weibchen und 555 Männchen, also 43 % Männchen. Die Differenz beträgt somit 13 %. Berechnet man die Zahl der Männchen, die auf 100 Weibchen kommen, so erhält man einerseits 43, andererseits 75 Männchen.

Ich habe mit Hilfe der elementaren Wahrscheinlichkeitsrechnung die Sicherheit dieses Ergebnisses geprüft und den mittleren Fehler 5-mal kleiner als die Differenz von 13 % gefunden, so daß wir mit aller Sicherheit behaupten können, sie sei nicht durch den Zufall bedingt.

Jede der vier Versuchspflanzen zeigte, für sich genommen, schon das starke Überwiegen der Weibchen bei Zunahme der Pollenmenge. — Die Anpflanzung war alle Wochen am gleichen Tag, im ganzen 16 mal untersucht, und die blühenden Pflanzen entfernt worden. Auch diese Einzelaufnahmen, die gegen den Schluß des Sommers nur noch relativ wenig Individuen umfaßten, zeigten jedesmal auf den Beeten mit jenen Pflanzen, zu deren Erzeugung viel Pollen verwendet worden war, verhältnismäßig mehr Weibchen. Selbst bei den einzelnen 43 Versuchen trat das, trotz ihres geringen Umfanges, noch hervor.

Auf den ersten Blick ist die Differenz von 13 % nicht sehr auffällig, zumal da *Shull* viel größere Abweichungen gefunden hat. Bei ihm lagen aber sicher erbliche Unterschiede der Familien vor, während wir ja solche sorgfältigst vermieden haben.

Die Tatsache, daß einfach die Änderung der zur Betäubung verwendeten Zahl von Pollenkörnern einen solchen Erfolg erzielte, weist darauf hin, daß wirklich zweierlei miteinander konkurrierende Pollenkornsorten vorhanden sind, und stützt so die auch anderweitig gewonnene Überzeugung, daß bei *Melandrium*, wie wohl bei allen zweihäusigen Blütenpflanzen, das männliche Geschlecht heterogametisch ist und die zweierlei Keimzellen hervorbringt.

Daß wir zur Erklärung des Versuchsergebnisses keine Änderung der Potenzen der Keimzellen oder ihrer Tendenzen und Valenzen anzunehmen brauchen, ist ein Vorteil. Denn den Vorstellungen über solche Änderungen haftet einstweilen immer noch etwas Unklares an.

Es muß weiteren Versuchen überlassen bleiben, festzustellen, ob sich ein Einfluß der Konkurrenz, und damit der Zahl der Keimzellen noch bei anderen Versuchsobjekten, speziell auch im Tierreich und beim Menschen, nachweisen läßt. Der Möglichkeiten gibt es genug. In Fällen, wo die schon erwähnte, sinnreiche Annahme von *Schleip* und *Fritz Lenz* zutrifft, ist sogar von

vornherein ein solcher Erfolg bestimmt zu erwarten.

Es braucht aber nicht immer die Konkurrenz der Keimzellen an der Abweichung des Geschlechtsverhältnisses vom Verhältnis 1:1 Schuld sein; ebensogut kann z. B. auch die eine Sorte männlicher Keimzellen gegenüber allerhand Schädigungen empfindlicher sein und dadurch das Zahlenverhältnis der Keimzellen verschoben werden. In einem solchen Falle bleibt, wie leicht einzusehen ist, die Zahl der Pollenkörner ohne Einfluß. Oder die eine Sorte Embryonen ist weniger widerstandsfähig, als die andere usw.

Es werden auch vielfach verschiedene Ursachen zusammenwirken, um den endlichen Erfolg zu erzielen. Darauf weist schon unsere eigene Erfahrung hin. Bei den Bestäubungen mit wenig Pollen hatten wir die Konkurrenz nahezu oder völlig ausgeschlossen. Trotzdem haben wir nicht gleichviel Männchen und Weibchen bekommen, sondern noch immer beträchtlich mehr Weibchen als Männchen. Der Grund kann nur darin liegen, daß noch mindestens ein weiterer Unterschied zwischen den beiderlei Keimzellen vorhanden ist, auf den die Abnahme der Zahl der Pollenkörner ohne Einfluß bleibt, etwa eine größere Empfindlichkeit der einen Sorte Pollenkörner.

Auch die Tatsache, daß wir selbst bei größtmöglicher Steigerung der Konkurrenz nicht ausschließlich Weibchen, sondern immer noch 30 % Männchen erhalten haben, muß unsere Aufmerksamkeit erregen. Die Annahme einer neben der Konkurrenz wirkenden verschiedenen Resistenz der zwei Sorten Pollenkörner gegenüber äußeren Einflüssen hilft hier nicht weiter. Sie kann die Wirkung der zunehmenden Konkurrenz nicht verhindern. Neben den inneren Ursachen, die vererbt werden, und den äußeren Bedingungen, die, wie die Zahl der Pollenkörner dem Experimente zugänglich sind, spielen offenbar noch alle jene unfaßbaren äußeren Bedingungen, die wir als Zufall bezeichnen, eine Rolle, und zwar eine sehr wichtige, so daß ihnen gegenüber die auf erblichen Unterschieden beruhenden, konstanten Vorteile der einen Sorte Keimzellen vor der anderen nur relativ gering sein können.

Solange aber noch der Zufall bei der Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses und damit bei der Geschlechtsbestimmung eine so wichtige Rolle spielt, sind wir von dem Endziel, einer willkürlichen Geschlechtsbestimmung, noch recht weit entfernt, wenn wir auch, wie ich hoffe, durch die besprochene Untersuchung aufs neue einen kleinen Schritt vorwärts in dieser Richtung getan haben.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 19.

10. Mai 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die alttertiären Primaten Europas. Von Dr. *Othenio Abel*, Wien. S. 281.

Ueber Mineralsynthese. Von Prof. Dr. C. Doelter, Wien. S. 285.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Kartographische Wünsche. Anthropogeogra-

phie der Balkanhalbinsel. Wechselwirkungen zwischen menschlicher Kultur und Tierverbreitung. S. 290.

Ornithologische Mitteilungen:

Ueber schwindende Vogelarten in Deutschland.

Ueber gemischte Vogelschwärme. S. 292.



Das
strahlend weiße Licht

OSRAM- AZO

Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:

OSRAM-AZOLA

Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Auer-Gesellschaft, Berlin O. 17.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Das Gebiss des Menschen und der Anthropomorphen

Vergleichend-anatomische Untersuchungen

Zugleich ein Beitrag zur menschlichen Stammesgeschichte

Von Dr. P. Adloff

Mit 9 Textfiguren und 27 Tafeln. 1908. Preis M. 15.—

Die eocänen Selachier vom Monte Bolca

Ein Beitrag zur Morphogenie der Wirbeltiere

Von Dr. Otto Jaekel

(Herausgegeben mit Unterstützung der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin)

Mit 39 Textabbildungen in 8 Tafeln in Heliogravüre

1893 — Preis M. 20.—

Stammesgeschichte der Pelmatozoen

Von Dr. Otto Jaekel

Erster Band: Thecoidea und Cystoidea

Mit 18 Tafeln und 88 Textfiguren — 1899 — Preis M. 40.—

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

10. Mai 1918.

Heft 19.

Die alttertiären Primaten Europas.

Von Dr. Othenio Abel,

o. ö. Professor der Paläobiologie an der Universität Wien.

Unter den verschiedenen Problemen der phylogenetischen Forschung, welche die *Paläozoologen* in den letzten Jahren beschäftigt haben, ist eines geeignet, allgemeinstes Interesse zu erwecken, da es mit der Frage nach den nächsten Verwandten des Menschen oder richtiger gesagt, der Menschen in engstem Zusammenhange steht: die Vorgeschichte der Affen und Halbaffen. Da wir über eine große Zahl von Einzelfragen, welche dieses Gebiet betreffen, noch im Dunkeln herumtasten, so ist jeder Versuch einer Klärung dieser Probleme, wenn er sich über das Niveau dilettantischer Spekulationen erhebt, zu begrüßen¹⁾.

Seitdem durch die Entdeckung des fossilen Hundsaffen oder Cynopitheciden Mesopithecus Pentelici in den unterpliozänen roten Tonen am Ufer des Megalorheuma bei Pikermi in Attika durch einen bayrischen Soldaten im Jahre 1838 das Vorkommen fossiler Affen zum ersten Male sichergestellt worden war, dauerte es zwar nicht lange, bis weitere Funde aus dem Jungtertiär gemeldet wurden, aber es verging fast ein Vierteljahrhundert, bis der Nachweis von dem Vorhandensein fossiler Primaten im Alttertär gelang. Erst 1862 konnte *Ruemeyer* mitteilen, daß im Alttertär von Egerkingen in der Schweiz ein Primatenrest, *Caenopithecus lemuroides*, entdeckt worden sei. Der Fund wurde anfangs bestritten, und zwar berief man sich noch zu dieser Zeit, nachdem schon längst durch den Fund von *Mesopithecus Pentelici* bei Pikermi das Auftreten fossiler Affen überhaupt sichergestellt war, auf die Autorität *Cuviers*, der mit Bestimmtheit erklärt hatte: „Es gibt keine fossilen Affen.“ Wie *Stehlin* vor kurzem in seiner groß angelegten Monographie der alttertiären Halb-

affen Europas dargelegt hat, hat der damals noch in jugendlichem Alter stehende *Ruemeyer* durch die richtige Deutung seines *Caenopithecus lemuroides* als Halbaffen mit Anklängen an den lebenden Brüllaffen Südamerikas einen viel größeren Scharfblick bewiesen als *Cuvier*, *de Blainville* und *Gervais* bei der Deutung der ersten *Adapis*-funde, die im Pariser Gips gemacht und von den genannten Autoren der Reihe nach zu „*Pachydermen*“, also zu Huftieren gestempelt worden waren.

Seit dieser Zeit ist das Material, das uns von fossilen Primaten aus dem Alttertär Europas, Nordamerikas und seit der letzten Zeit auch aus dem Alttertär Nordafrikas vorliegt, enorm angewachsen. Von Egerkingen, dem Fundorte des ersten bekannt gewordenen fossilen Primaten aus dem Eozän Europas, liegen heute nicht weniger als 14 Primatenarten vor, die sich auf etwa 8 Gattungen verteilen. Im ganzen sind aus dem Alttertär von Europa, Nordamerika und Nordafrika bis jetzt ungefähr 63 Arten bekannt, die auf 28 Gattungen verteilt worden sind. Bei dieser Zählung sind die strittigen Formen, über deren Zuweisung zu den Primaten noch keine volle Klarheit herrscht, nicht miteingerechnet; mit diesen würde die Artenzahl bedeutend größer sein.

Die Monographie *Stehlins*⁴⁾ über die Primaten aus den alttertiären Bohnerzbildungen der Schweiz nimmt auch auf die außereuropäischen fossilen Primaten aus dem Alttertär Rücksicht und bildet eine vortreffliche, sehr sorgfältige und kritische Darstellung alles dessen, was wir bis heute über diese Funde zu ermitteln imstande gewesen sind.

Europa ist heute entschieden reicher an Funden fossiler Primaten als Nordamerika. Während aus dem Eozän der Vereinigten Staaten nach den Ergebnissen der letzten, 1915 veröffentlichten Untersuchungen nur 11 verschiedene Gattungen unterschieden werden konnten, kennen wir jetzt aus dem Alttertär Europas nicht weniger als 15 Gattungen. Allerdings verschieben sich die Verhältniszahlen, zugunsten Nordamerikas, wenn wir zu diesen jetzt als Primaten angesehenen Gattungen noch die verschiedenen Formen *incertae sedis* hinzuzählen, die zum Teil der Familie der *Mixodectidae*, zum Teil der Familie der *Apatemyidae* zugerechnet werden. Obwohl

¹⁾ Im Jahre 1915 erschien eine wichtige Arbeit von W. D. Matthew und eine zweite von W. K. Gregory über dieses Thema; 1916 veröffentlichten W. K. Gregory (vgl. diese Zeitschrift: *Th. Arldt*, Zur Stammesgeschichte der Halbaffen und Menschenaffen, 5. Jahrg., 19. Jan. 1917, Heft 3) und H. G. Stehlin weitere wichtige Beiträge zu dieser Frage. Durch diese Studien werden viele unklar gebliebene Beziehungen zwischen den Halbaffen der Gegenwart und der Tertiärzeit aufgeklärt und namentlich unsere Kenntnisse von der Herkunft und den Wanderungen des Primatenstammes in eine neue Beleuchtung gerückt. Im Verlaufe der folgenden Besprechung werden wir auch Gelegenheit haben, auf die Ergebnisse der Untersuchungen von H. Bluntschli aus den Jahren 1911 und 1913 zu sprechen zu kommen, der sich insbesondere mit dem Problem der Herkunft der Platyrrhinen Südamerikas beschäftigt hat.

⁴⁾ H. G. Stehlin, Die Säugetiere des schweizerischen Eozäns. Kritischer Katalog der Materialien. — Abhandlungen der Schweizerischen Paläont. Ges. Vol. 38, 1912 und Vol. 41, 1916, S. 1165—1552 der Gesamtmonographie (VII. Teil, 1. und 2. Hälfte).

die in diese beiden Familien eingereihten Arten gewisse Primatenmerkmale besitzen, so stehen sie doch anderseits in unverkennbaren Beziehungen zu den Insektenfressern und werden daher von einzelnen Autoren den letzteren, von anderen dagegen den ersteren eingereiht.

Die weitaus überwiegende Mehrzahl der alttertiären Primaten Europas stammt aus den sogenannten *Bohnerzbildungen der Schweiz*. Diese Bohnerzbildungen liegen, vermischt mit grellroten, rötlichbraunen, graugrünen, weißgelben oder grellgelben Lehmen und Sanden in Klüften und Spalten der Jurakalke. Die Vorkommnisse im Schweizer Juragebiet sind sehr ähnlich den „Bohnerzspalten“ in der Schwäbischen Alb, während sich die Vorkommnisse im sogenannten Quercy in Frankreich durch den hohen Gehalt an Phosphorit von den deutschen und schweizerischen Bildungen unterscheiden. Zweifellos handelt es sich in allen drei Gebieten um *Spalt- oder Kluftausfüllungen eines verkarsteten Kalklandes*, die hauptsächlich aus dem durch Regengüsse in Spalten und Klüfte verschwemmten *Laterit*, das ist die Verwitterungsschicht des Bodens, die sich in tropischen Gegenden bildet, bestehen. Solche Einschwemmungen haben vielleicht schon in der Kreideformation begonnen, wie bei Amberg in der Regensburger Gegend, haben das Alttertiär hindurch in der Schweiz, im Quercy und auf der Schwäbischen Alb ange dauert und sind in verschiedenen Fällen von ganz verschiedenem Alter. Viele Spalten sind schon im älteren Tertiär ausgefüllt gewesen und haben keine Zufuhr erhalten, andere haben noch im Jungtertiär Einschwemmungen erhalten und bei einigen in der Schwäbischen Alb dauert die Einschwemmung von Lehm usf. noch heute an. Aus diesen Gründen ist es nicht immer leicht, das genaue geologische Alter der in dem Spaltenlehm eingebetteten Reste von Tieren zu bestimmen. Ähnlich, wie sich derartige Einschwemmungen von *Terra rossa* in die Spalten und Klüfte des *dalmatinischen Karstes* heute beobachten lassen, mögen sie hier auch in der Eiszeit in derselben Weise vor sich gegangen sein, und die heute zu beobachtenden Vorgänge geben uns auch eine Vorstellung von der Art und Weise, in der die Knochen der tertiären Säugetiere in die Spalten der Kalkfelsen des Quercy, der Schweiz und der Schwäbischen Alb gelangten. Meist sind es zerbrochene Kiefer, vereinzelt Zähne, sehr selten Schädelreste oder andere Knochen des Skelettes. Daß die Zähne und Kieferteile in den Phosphoriten des Quercy und den Bohnerzbildungen Deutschlands und der Schweiz in so auffallender Weise vorherrschen, ist dadurch zu erklären, daß hier der Fall einer „*geologischen Selektion*“ vorliegt, wie man das Überdauern der härtesten und der Zerstörung durch Atmosphärien am längsten trotzen Teile der Tierleichen nennen könnte, die uns in den Spaltausfüllungen erhalten geblieben sind.

Alle diese Reste stammen von Tieren her, die in freier Wildbahn verendet sind und dann wahrscheinlich von Aasfressern zerteilt und verschleppt wurden. Regengüsse schwemmten dann die frei herumliegenden, unverwitterten Zähne usw. in die Spalten der Jurakalke zusammen mit dem die Verwitterungskrume bildenden Laterit (der unserer *Terra rossa* der Karstländer entspricht) hinein und je nach der Tiefe der Spalte oder der Menge des Einschwemmungsmateriales hat die Ausfüllung verschieden lange Zeiträume in Anspruch genommen.

Wir werden uns die Vegetation der Juragebiete Frankreichs, der Schweiz und Deutschlands in der Zeit des Alttertiärs etwa ähnlich wie die *Felsenvegetation der Mittelmeergebiete* vorzustellen haben; macchienartige Vegetation dürfte wohl vorgeherrscht haben. Es wäre fehlerhaft, wenn wir uns das Landschaftsbild dieser Zeit und Gegend so vorstellen würden, wie die vegetationsarmen Gebiete des küstenländischen Karstes. Gegen eine solche Annahme spricht wohl vor allem der Gesamtcharakter der Säugetierfauna, die wir uns aus der sorgfältigen Untersuchung ihrer dürftigen Reste zu rekonstruieren vermochten und die ein sehr reiches Tierleben vor unseren Augen wieder auferstehen läßt.

Besondere und von dem damaligen Zustande des Juralandes der Schweiz und Deutschlands etwas abweichende Verhältnisse liegen im Quercy Frankreichs vor. Die Landschaft Quercy liegt in den Departements Tarn-et-Garonne, Lot und Aveyron; die Fundstellen der alttertiären Säugetiere befinden sich namentlich in dem Dreieck zwischen Cahors, Montauban und Villefranche. Auch hier liegen die Säugetiere in einem Lehm, der weite Spalten und Taschen des Jurakalkes ausfüllt und durch großen Phosphorgehalt ausgezeichnet ist; der Abbau der Phosphorite hat ebenso wie der Abbau der Bohnerze in der Schweiz und in Deutschland zur Entdeckung der vielen wichtigen Fossilfunde geführt. Vielleicht sind viele der eingebetteten Tiere in ähnlicher Weise an der Tränke verschiedenen Raubtieren zum Opfer gefallen, wie dies bei der Fauna von Steinheim in Württemberg der Fall gewesen sein dürfte, die in den Absätzen einer miozänen Therme begraben liegt.

Ganz verschieden sind die Verhältnisse, unter denen die Primaten in den Gipsen des Montmartre in Paris und an einzelnen anderen Fundorten Frankreichs oder in den Süßwasserbildungen von Hordwell in Hampshire fossil geworden sind. Die *Gipslager des Montmartre* stellen einen fossilen, den algerischen Schotts vergleichbaren *Gipssumpf* dar, in dem zahlreiche Tiere einbrachen und verunglückten, wenn sie die verlockende Tränke aufsuchten.

Wieder anders sind die Umstände, unter denen die fossilen Primaten Nordamerikas ihren Tod gefunden haben und fossil geworden sind. In verschiedenen Abteilungen des Alttertiärs sind

ihre Reste gefunden worden, und zwar in den Wasatch Beds, Windriver Beds, Bridger Beds und Uinta Beds. Diese Zeit scheint mit dem Erlöschen des Primatenstammes in Nordamerika zusammenzufallen: wenigstens ist nur aus dem unteren Teile der Uinta Beds ein einzelner Rest eines Primaten aus Nordamerika bekannt; in jüngeren Bildungen Nordamerikas ist trotz reicher Funde aus den verschiedensten anderen Gruppen der Säugetiere bisher kein einziger Rest eines Primaten zum Vorschein gekommen.

Wie die Untersuchungen der nordamerikanischen Geologen gezeigt haben, sind die meisten Alttertärbildungen Nordamerikas in *Seenbecken* abgelagert worden, woraus sich ihre scharfe ge-

waren, denen wir die Erhaltung der verschiedenen fossilen alttertiären Primaten verdanken, und daß selbst die relativ große Zahl der heute unterschiedenen Arten — etwa sechzig aus Nordamerika und Europa zusammen — nur einen verschwindend kleinen Bruchteil der Gesamtfau-
na von Primaten darstellen kann, die während der Alttertärzeit die beiden Kontinente bevölkert haben.

Die wichtigste Frage, die uns bei der Untersuchung dieser Formen vor Augen schwebt, ist das Problem ihrer Verwandtschaft mit den lebenden Arten und Gattungen. Man dürfte wohl erwarten, daß unter den 28 Gattungen, auf welche sich die 60 Arten aus dem Alttertär Nordame-

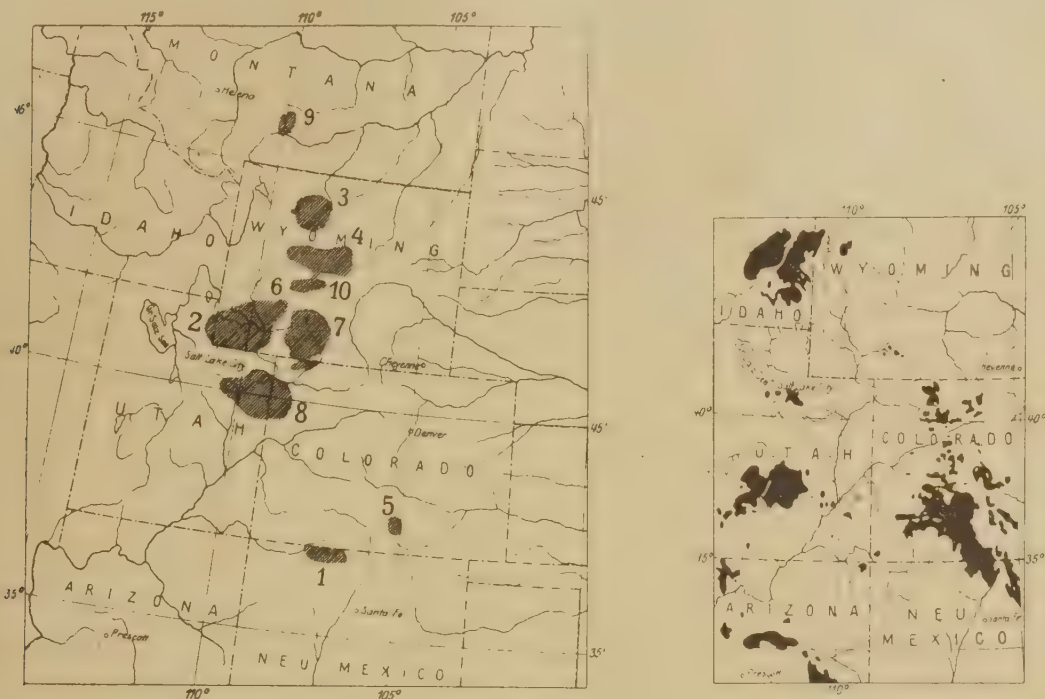


Fig. 1. Die Verteilung der eozänen vulkanischen Tuffe mit Säugetierresten (linke Karte) und der gleichalten Lavaströme (rechte Karte) im westlichen Nordamerika.

(Nach Henry Fairfield Osborn.)

1. Puerco und Torrejon (Basaleozän). 2. Wasatch. 3. Bighorn Wasatch. 4. Wind River.
5. Huerfano. 6. Bridger. 7. und 10. Washakie. 8. Uinta. 9. Fort Union, Montana (Basaleozän).

genseitige Abgrenzung erklärt (Fig. 1). Für die Bridgerzeit (Mittelozeän) ist nachgewiesen, daß die Seenabsätze mit gewaltigen Massen vulkanischer Tuffe abwechseln, in denen die Mehrzahl der fossilen Reste begraben liegt. Es scheint sich hier um eine wiederholte Vernichtung durch vulkanische Aschenregen nach Art des Unterganges von Pompeji zu handeln, bei welchen große Herden von Säugetieren von einem katastrophalen Tode ereilt worden sind. Bei diesem allgemeinen Untergange der Fauna eines freilich enge begrenzten Gebietes sind auch jeweils zahlreiche Primaten verendet. Trotzdem müssen wir uns sagen, daß es eigentlich nur besondere Zufälle

rikas und Europas sowie die drei Arten aus dem Oligozän Ägyptens verteilen, doch die eine oder andere sich vorfindet, die in engerem genetischen Zusammenhang mit heute lebenden Arten steht, und daß uns nicht bloß Vertreter von gänzlich ausgestorbenen Seitenzweigen des Primatenstammes vorliegen.

Freilich ist bei der Lösung dieser Frage ganz besondere Vorsicht geboten. Wir kennen, wie aus den obigen Darlegungen über das Fossilwerden der alttertiären Primaten hervorgegangen ist, fast ausschließlich vereinzelte Kieferreste und Zähne und nur sehr wenige vollständigere Reste. Aus diesen Überbleibseln müssen wir unsere Schlüsse

zu gewinnen versuchen, und es ist klar, daß wir hier zum großen Teile auf morphologische Merkmale angewiesen sind, auf die der nur an rezenten Formen zu forschen gewöhnte Zoologe und Anthropologe kein oder doch nur ein geringeres Gewicht zu legen pflegt. Diese Vertiefung in morphologische Einzelheiten ist ja, als Folge der meist bruchstückweisen Erhaltung der fossilen Säugetierreste, zu einem Spezialgebiete der paläozoologischen Forschung geworden; sie hat aber auf anderen Gebieten als dem der Primaten schon so viele beachtenswerte Erfolge aufzuweisen, daß wir es versuchen wollen, auch hier die Resultate der paläontologischen Untersuchungen etwas eingehender zu beleuchten.

Wir unterscheiden unter den lebenden Primaten zwei Hauptabteilungen: die echten Affen (Anthropoiden) und die Halbaffen (Lemuroiden

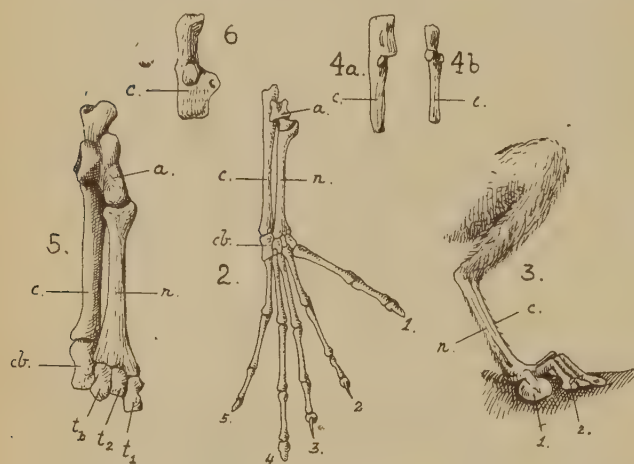


Fig. 2. Hinterfuß von *Tarsius spectrum*, Skelett (nat. Gr.).

Fig. 3. Derselbe (andere Körperhälfte, verkleinert).

Fig. 4. Calcaneus von *Necrolemur Edwardsi* Filh., aus den Phosphoriten des Quercy in Frankreich, nat. Gr. (4a von innen, 4b von oben und vorne) (nach M. Schlosser).

Fig. 5. Hinterfußskelett von *Galago*, einem madagassischen Halbaffen (nach M. Weber).

Fig. 6. Calcaneus von *Adapis parisiensis* aus dem Mitteleozän Frankreichs (nach M. Schlosser).
a Astragalus, c Calcaneus, cb Cuboideum, n Naviculare, t₁ t₂ t₃ Tarsale I, II, III; 1—5 erste bis fünfte Zehe.

oder Prosimiae). Die durch den Koboldmaki (*Tarsius*) vertretene Familie der Tarsiiden nimmt eine eigentümliche Zwischenstellung zwischen den Affen und Halbaffen ein, wird aber meistens den Halbaffen angereicht. Über die systematische Gruppierung der Lemuroiden besteht noch keine Übereinstimmung zwischen den Bearbeitern dieser Gruppe; die Meinungsdivergenzen beruhen größtenteils auf einer verschiedenen Bewertung der morphologischen Merkmale, da bald auf das eine, bald auf das andere Merkmal größeres Gewicht gelegt wird und je nachdem die Verwandtschaftsbeziehungen verschieden eingeschätzt werden.

Dazu kommt, daß vielfach gewisse Überein-

stimmungen der Form der Skeletteile oder Zähne als Zeichen naher Verwandtschaft gedeutet werden, während sie häufig nur als konvergente Anpassungen an dieselbe Bewegungsart oder dieselbe Nahrungsweise gedeutet werden dürfen.

Ein gutes Beispiel für einen derartigen Gegensatz in der Beurteilung fossiler Primaten ist die verschiedenartige Auslegung der sehr eigentümlichen Spezialisationsmerkmale im Hinterfuß von *Tarsius* (*Koboldmaki*) einerseits und den beiden alttertiären Gattungen *Necrolemur* (Mittel- und Obereozän Europas) und *Hemiacodon* (Oberer Bridger = oberes Eozän = Bartonien Nordamerikas).

Im Fußskelett von *Tarsius* (Fig. 2) fällt die starke, stielartige Verlängerung des Calcaneus und des Naviculare auf. Wie ich in meiner „Paläobiologie der Wirbeltiere“ zu zeigen versucht habe, ist diese Spezialisierung eine Folge der Gewohnheit, beim Springen im Geäst den Fuß mit ganzer Sohlenfläche und nicht nur mit den Zehenspitzen aufzusetzen (Fig. 3). Analoge, aber nicht idente Veränderungen weist auch der Springfuß der Frösche auf, nur sind bei diesen nicht Calcaneus und Naviculare, sondern Calcaneus und Astragalus stielartig verlängert.

Ganz gleichartige Veränderungen des Fußskeletts, wenn auch nicht so vorgeschritten als bei *Tarsius*, zeigt auch der Hinterfuß der beiden fossilen Gattungen *Necrolemur* (Fig. 4) und *Hemiacodon*.

Daraus hat nun M. Schlosser (1907) den Schluß gezogen, daß *Necrolemur* in die nähere Verwandtschaft von *Tarsius* gehört, und zu der gleichen Auffassung ist auch W. K. Gregory (1915) für die Gattung *Hemiacodon* gelangt.

Nun dürfen wir aber nicht vergessen, daß dieselbe Verlängerung der beiden Tarsalknochen, die wir bei *Tarsius* finden, auch bei zwei anderen, gewiß mit *Tarsius* nicht enger verwandten lebenden Gruppen von Halbaffen vorkommt: bei den madagassischen Chirogalei mit den Gattungen *Chirogale*, *Microcebus* und *Opolemur* einerseits und bei den afrikanischen Galaginen (*Galago* [Fig. 5], *Otolemur*, *Hemigalago* und *Otolicnus*) andererseits. Diese drei Stämme sind bestimmt nicht in direkter Linie miteinander verwandt. M. Weber hat diese analoge Anpassung an das arborikole Leben als ein gemeinsames, von den Vorfahren ererbtes Merkmal aufgefaßt; H. G. Stehlin (1916) ist zur Annahme geneigt, daß diese drei lebenden Stämme die gleiche Anpassung unabhängig voneinander erworben haben und sieht infolgedessen auch den Beweisgrund, der in der analogen Spezialisierung bei *Necrolemur* und *Hemiacodon* liegt, als nicht beweiskräftig genug für die Annahme einer gemeinsamen Verwandtschaft mit *Tarsius* an. Ich selbst pflichte Stehlin durchaus bei. Es geht aber aus dieser sehr verschiedenen Beurteilung hervor, wie schwierig die zahlreichen Fragen, die sich auf die Ermittlung der Verwandtschaftsverhältnisse

unter den Primaten beziehen, zu lösen sind, da wir hier nur ein Beispiel herausgegriffen haben. Sehr viele Merkmale, die als zwingende Beweisgründe für eine engere Verwandtschaft angesehen werden, haben sich schon wiederholt als eine bloße Folge konvergenter Anpassung an die gleiche Lebensweise herausgestellt.

Für die Frage nach der Stammesgeschichte der Primaten ist die Entscheidung des Problems von den genetischen Beziehungen der fossilen Primaten und der lebenden Halbaffen und Affen von großer Bedeutung. Ebenso wäre es sehr wichtig, festzustellen, in welcher Beziehung die fossilen Primaten aus dem Alttertiär zu den Platyrrhinen der Neuen Welt einerseits und den Katarrhinen der Alten Welt anderseits stehen. Für diese Frage kommen außer dem Gebißcharakter auch noch gewisse Schädelmerkmale in Betracht, und zwar in erster Linie das sehr bezeichnende Verhalten des Annulus tympanicus, des tympanischen Ringes oder des Tympanicums, das zur Spreizung des in ihm ausgespannten Trommelfells dient.

Die lebenden Primaten zerfallen nach dem Verhalten des Tympanicums in zwei scharf getrennte Gruppen. Ursprünglich war das Tympanicum ringförmig; bei den Affen der Alten Welt ist es zu einer langen Röhre, dem äußeren Gehörgang, verlängert und tritt mit dem Petrosum zur Umhüllung der Trommelhöhle in Verbindung, ohne daß es zur Bildung einer Gehörblase oder Bulla käme.

Bei den Affen der Neuen Welt hat das Tympanicum seine ursprüngliche Ringform fast immer rein beibehalten und bildet nur einen kurzen äußeren Gehörgang. Eine Bulla ist vorhanden, aber sie ist sehr wenig aufgetrieben.

Weitere Untersuchungen haben gelehrt, daß sowohl die *altweltlichen* wie die *neuweltlichen Affen*, ferner *Tarsius* und die *nicht-madagassischen Halbaffen* einer zweiten, von den *madagassischen Halbaffen* allein gebildeten Gruppe scharf gegenüber stehen. Bei der ersten Gruppe beteiligt sich das Tympanicum an der Bildung des äußeren Gehörganges oder der Bulla und bildet einen Rahmen um die Gehöröffnung. Bei der Gruppe der madagassischen Halbaffen ist dagegen das Tympanicum von dem Aufbaue der Bulla gänzlich ausgeschlossen, die nur von dem Petrosum gebildet wird und das ringförmige Tympanicum überwächst, so daß es hier als freier Ring im Inneren der Bulla liegt, mit der es nur durch eine zarte, entweder häutige oder verknocherte Membran verbunden erscheint.

Diese Spezialisierung ist für die Beurteilung der genetischen Beziehungen zwischen den einzelnen Primatenstämmen sehr wichtig. Schon aus dieser Spezialisierung allein geht hervor, daß an eine genetische Verbindung zwischen den madagassischen Halbaffen und den Affen nicht gedacht werden darf. Man durfte daher mit Recht darauf gespannt sein, wie sich die fossilen Primaten in dieser Hinsicht verhalten. Bis jetzt

sind nur drei Gattungen auf dieses Merkmal hin genauer untersucht worden: die Gattungen *Adapis* und *Necrolemur* aus dem europäischen und die Gattung *Notharctus* aus dem nordamerikanischen Alttertiär.

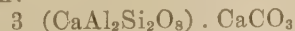
(Schluß folgt.)

Über Mineralsynthese.

Von Prof. Dr. C. Doelter, Wien.

Der Zweck der mineralogischen Synthese ist ein mehrfacher. Einerseits handelt es sich mehr um praktische Zwecke, *Darstellung eines industriell verwertbaren Produktes*, wie beispielsweise bei künstlichen Edelsteinen oder künstlichem Graphit, Meerschäum usw., andererseits um theoretisch wichtige Ziele. Zu diesen gehören die *Kontrolle der Analysen*, Herstellung eines der Formel, wie sie aus der Analyse berechenbar ist, entsprechenden Körpers, da ja in der Natur reine, der Theorie entsprechende Stoffe nicht vorkommen. Auch ist es oft nötig, solche Verbindungen darzustellen, welche für sich allein nicht vorkommen, sondern nur in isomorphen Mischungen. Dieser Fall ist ein häufiger und namentlich bei Silikaten, aber auch bei anderen Mineralverbindungen erweist sich dies als nötig.

Ein weiterer sehr wichtiger Zweck ist der der *Kontrolle der natürlichen Entstehungsbedingungen* der Mineralien, also die Prüfung der angenommenen Hypothesen für die Entstehung eines Minerals. In dieser Hinsicht könnten viele Beispiele genannt werden, in allen verschiedenen Mineralklassen. Gerade für die Minerogenese und für die Frage nach der Entstehung der Gesteine ist die Synthese eines der allerwichtigsten Hilfsmittel. Manchmal kann auch das Mißlingen der Synthese zu Resultaten in letzterer Hinsicht führen. So hatten Skapolitanalysen, welche von *E. Ludwig* herrührten, *G. Tschermak* zu einer Formel des Meionits veranlaßt, welche auch angenommen wurde. Die Synthese eines der Formel entsprechenden Produktes gelang nicht. Erst viele Jahre später fand *Borgström*, daß der Meionit eine Verbindung eines Silikats mit einem Karbonat sei, wodurch der Mißerfolg jener synthetischen Versuche sich erklärt. Man müßte, um dieses Mineral, dessen Formel nun geschrieben werden kann:



darzustellen, die Synthese daher in einer Kohlen-säureatmosphäre unter Druck ausführen. Ein zweiter ähnlicher Fall ist der der immer wieder mißlingenden Synthese des Pyroxensilikats $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$; dies spricht nicht für die Anwesenheit in den Pyroxenen, wie allgemein angenommen wurde.

Die Mineralsynthese wurde namentlich von französischen Chemikern begründet; ich nenne *Gay-Lussac*, *Debray*, *Ebelmen*, *P. Berthier*, *H. de*

Sénarmont, Marignac, H. Ste Claire Deville, Daubrée, Troost, E. Frémy u. a. Auch ältere deutsche Forscher, wie R. Bunsen, Fr. Wöhler, G. und H. Rose, Geitner haben daran Anteil.

Im Jahre 1881 erschien ein Werk der beiden Mineralogen F. Fouqué und Michel-Lévy: *Synthèse des minéraux*, welches gewissermaßen einen Abschluß der mineralsynthetischen Arbeiten bildete, und es trat dann ein Stillstand ein, welcher erst über ein Jahrzehnt später sein Ende fand.

Einen Aufschwung nahm die Mineralsynthese erst durch die Anwendung der physikalischen Chemie. Hatte man bisher oft nur Zufallsresultate bekommen oder die Umkristallisierung amorpher Verbindungen versucht oder einfache Reaktionen ausgeführt, so konnte man jetzt systematisch die Bedingungen der Existenz der Verbindungen in verschiedenen Temperaturdruckgebieten erforschen, und die Existenz- bzw. Stabilitätsfelder eruieren.

Mineralien können entweder erzeugt werden durch die betreffende chemische Reaktion, welche gleich kristallisierte Produkte liefert, oder durch Umkristallisierung von amorphen Verbindungen. Die letzteren Synthesen waren die häufigeren.

Nun hatten schon die älteren französischen Forscher gefunden, daß gewisse Stoffe, ohne an der Reaktion teilzunehmen, die Kristallisation befördern. Sie nannten diese „Agents minéralisateurs“ (also Mineralisatoren); ich gebrauche den Ausdruck *Kristallisatoren*. Deren Rolle war anfangs unklar. Es wurden besonders Fluorgas und Fluoride oder Chloride, Wolframsäure, Borsäure, Phosphate verwendet.

Heute wissen wir, daß diese Kristallisatoren durch verschiedene Ursachen wirken, so daß die Bezeichnung keine Bedeutung mehr hat. Einerseits sind durch sie Zwischenreaktionen hervorgerufen worden, andererseits sind es Katalysatoren, die die Reaktion beschleunigen, besonders aber wirken sie bei Silikaten dadurch, daß die Schmelz- bzw. Entstehungstemperatur herabgesetzt wird, wodurch die Stabilität der Verbindung erreicht wird, welche bei hohen Temperaturen nicht vorhanden ist.

Ich will einige Beispiele anführen. Eine direkte chemische Wirkung ist verhältnismäßig selten und erklärt sich durch das Massenwirkungsgesetz, z. B. wenn man Chlormetalle auf Kieselsäure wirken läßt, oder H_2S auf Oxyde oder Carbonate. Zwischenreaktionen traten seltener ein.

Am häufigsten sind die zuerst genannten Wirkungen der Katalysatoren. Granat ist dagegen in der Nähe seines Schmelzpunktes nicht mehr stabil, er zerfällt in ein tonerdefreies und ein tonerdehaltiges Silikat, z. B. nach der Formel für Calciumgranat:



Hierbei ist aber Ca_2SiO_4 auch nicht stabil, falls nicht eine isomorphe Beimengung eines Mg-

oder Fe-Silikates vorhanden ist, und es bildet sich $CaSiO_3 + CaO$ aus Ca_2SiO_4 .

Wenn es aber gelingt, die Schmelztemperatur herabzusetzen, so kommt man in das Existenzgebiet der Granatverbindung, und diese kann sich bilden; dies geschieht durch Zusatz kleiner Mengen von $CaCl_2$ oder CaF_2 .

Katalytische Wirkung kann die Wolframsäure haben. So kann man bekanntlich Quarz aus seiner Schmelze nicht erhalten, es bildet sich Quarzglas. Bei Zusatz von 1% Wolframsäure bildet sich kristallisierter Quarz, bei größerem Zusatz geht die Reaktion schneller vor sich. Diese katalytische Wirkung ist in mehreren Beispielen gegeben.

Bei wässrigen Lösungen wirkt z. B. bei der Umkristallisierung der Schwefelmetalle die Soda oder Schwefelnatrium. Hier scheint das Nernstsche Gesetz von der Anwendung eines zweiten Ions anwendbar.

Von großer Wichtigkeit bei der Mineralsynthese erscheint die Kenntnis der Existenzgebiete und Stabilitätsgrenzen der Mineralverbindungen. Das Gebiet der amorphen Niederschläge ist meistens kein großes, so daß schon bei geringer Temperaturerhöhung das Stabilitätsgebiet der kristallisierten Modifikation beginnt. Man kann daher durch geringe Temperaturerhöhung bereits kristallisierte Mineralien erhalten. Die Reaktionsgeschwindigkeit ist eben bei niederen Temperaturen sehr gering, erhöht sich aber bekanntlich sehr stark bei steigender Temperatur. Wenn wir viele Schwefelmetalle, wie ZnS , PbS , FeS_2 oder Oxydhydrate, wie $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, $Al_2O_3 \cdot H_2O$ im Laboratorium immer amorph erhalten, so ist die Ursache, abgesehen, daß konzentrierte Lösungen angewandt werden, besonders die, daß wir bei gewöhnlicher Temperatur fällen.

Eine Behandlung des amorphen Niederschlages bei $80-90^\circ$ ergibt kristallisierte Produkte.

Tatsächlich ist der amorphe Zustand ein instabiler, aber in vielen Fällen ist die Kristallisationsgeschwindigkeit eine so geringe, daß wir im Gegensatz zu der Natur, wo amorphe Mineralien eine Seltenheit sind, fast immer nur amorphe Produkte erhalten. Es bildet sich eben nach dem Ostwaldschen Gesetze zuerst eine metastabile, also eine weniger stabile Phase, welche aber von selbst in die kristallisierte übergeht. Da in der Natur Jahrhunderte keine Rolle spielen, so werden alle zuerst als amorphe Phasen gebildeten Mineralien verschwinden, und sind amorphe Körper nur unter besonderen Bedingungen existenzfähig. Dasselbe gilt auch für die Gläser. Die natürlichen Gläser sind alle mehr oder weniger entlast.

Druck beschleunigt die Umwandlung. P. von Weimarn erklärt bekanntlich den amorphen Zustand für einen Scheinzustand, er hält alle amorphen Niederschläge für Aggregate unsichtbarer Kristalle. Ein Beweis dafür ist jedoch nicht möglich gewesen, aber auch der Gegenbeweis ist schwer zu führen. Jedenfalls hat der amorphe

Körper die Tendenz, sich in kristallinen umzuwandeln, wobei Katalysatoren diese Umwandlung beschleunigen. — Die reinste natürliche Kohle, der Anthrazit, scheint auch bereits in Umwandlung in den kristallinen Zustand begriffen zu sein, da nach einer Untersuchung von *Debye* Anthrazit die charakteristische Struktur der Kristalle in den Laue-Braggschen Röntgenogrammen zeigen soll. Dagegen scheinen manche amorphe Körper bei Laboratoriumsversuchen größere Stabilität zu zeigen, nämlich die Silikate. Offenbar ist bei solchen Silikatgelen (z. B. manchen Kaolinen) die Umwandlungsgeschwindigkeit auch bei Temperaturen von 3–400° noch eine geringe. Daher ist die Schwierigkeit, in wässrigen Lösungen Silikate zu erhalten, bedeutend.

Bei der Synthese ist das Vorkommen von polymorphen Kristallphasen auch eine Schwierigkeit. Hier bildet sich in vielen Fällen wieder die metastabile, also die zunächst stabile Phase. Gerade die in der Natur stabile Art ist oft bei Laboratoriumsversuchen nicht diejenige, welche erhalten wird. Beispiele sind bei vielen Mineralien zu finden. So kann man das in der Natur unbekannte CaSiO_3 als hexagonale Phase (sog. Pseudowollastonit) leicht aus Schmelzfluß erhalten. Das Stabilitätsgebiet liegt unter 1200° für den natürlichen Wollastonit, über dieser Temperatur für den Pseudowollastonit. Da aber die Umwandlungsgeschwindigkeiten keine großen sind, kann dieser Umwandlungspunkt in beidem Sinne überschritten werden. Den Wollastonit kann man darstellen, wenn man der Schmelze CaF_2 zumengt, und zwar genügen etwa 10 %. Dadurch wird der Schmelzpunkt bzw. die Kristallisationstemperatur so weit herabgedrückt, daß man in das Stabilitätsgebiet des natürlichen monoklinen Wollastonits gelangt, und es bildet sich bei etwa 1000° dieser allein.

Von instabilen Formen, welche in der Natur selten vorkommen, möchte ich noch ZnS und Cu_2S erwähnen. Die Zinkblende ist schwer herstellbar, dagegen bekommt man den hexagonalen Wurtzit sehr leicht bei einer Temperatur über 1100°. Der natürliche Kupferglanz ist noch nicht sicher dargestellt worden, während man leicht durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Kupferoxydul die reguläre Form erzielt.

Interessant ist der Fall des Schwefelzinks. Zwei amerikanische Forscher haben darüber kürzlich Untersuchungen ausgeführt, aus welchen hervorgeht, daß unter 250° das amorphe Schwefelzink allein stabil ist, während von 250–1200° die reguläre Form, die Zinkblende und darüber die hexagonale Form, der Wurtzit stabil ist. Es ist aber dabei noch ein Faktor in Betracht zu ziehen, die Konzentration der Lösung, und zwar der Gehalt an Schwefelsäure der Lösung, welche man bekanntlich als saures Zinksulfat verwendet, in welches Schwefelwasserstoff eingeleitet wird. Fällt man in einer Zinkchloridlösung, so erhält man nur ein amorphes Produkt. Mit zunehmender Säurekonzentration bei Sulfatlösung steigt

die Menge des Wurtzits, ebenso bei steigender Temperatur, d. h. bei einer gegebenen Temperatur steigt die Wurtzitmenge mit deren Gehalt an Schwefelsäure.

Es gibt aber auch Fälle, wo sowohl die natürliche Art, wie auch die im Laboratorium erhaltene bezüglich ihrer Stabilität übereinstimmen. So bei FeS_2 , dem Schwefelkies und Markasit. Der erstere ist die in der Natur stabile; sie läßt sich auch künstlich leicht erhalten, während Markasit, die rhombische Art, erst kürzlich mit Sicherheit dargestellt wurde. Auch hier ist die Konzentration der Lösung die Ursache. Es scheint mir, daß die bei allen Temperaturen stabilere Form der Schwefelkies ist, und daß der Markasit nur in einem kleinen Bereiche stabil ist. — Ähnlich scheint es beim Calciumkarbonat zu sein. Der Kalkspat ist bei allen Temperaturen die stabilere Form, da man ihn sowohl bei niederen Temperaturen, als auch bei sehr hohen leicht erhalten kann. Auch geht Aragonit bei hohen Temperaturen immer in Kalkspat über. Aragonit kann man aus heißen Lösungen erhalten, aber auch bei niederen Temperaturen (sogar bei 10°), wenn man der Calciumkarbonatlösung Magnesiumsulfat zufügt. In einer solchen Lösung ist Aragonit die stabilere Form, wie *H. Leitmeier* gezeigt hat, und zwar ist das auch bei natürlichen Wässern der Fall. Erwähnt mag aber sein, daß der natürliche Aragonit sich auch bei gewöhnlicher Temperatur spontan in Kalkspat umwandelt.

Das Vorkommen von polymorphen Arten von verschiedener Stabilität ist also eine Schwierigkeit bei der Darstellung mancher Mineralien. Besonders ist dies der Fall, wenn eine der Kristallarten bei allen Temperaturen die stabilere ist. Hierher gehört das *Diamantproblem*. Kohlenstoff ist als Graphit bei niederen und hohen Temperaturen die stabile Form, und auch bei niederem Drucke. Dies lehren uns übereinstimmend Naturbeobachtung und Experiment. Man kann Graphit bei Temperaturen zwischen 400 und weit über 2000° erhalten. Unter jener Temperatur scheint die amorphe Art die stabilere zu sein, wenigstens bei normalem Druck.

Diamant ist, wie seine Seltenheit zeigt, nur in einem kleinen Druck- und Temperaturintervall stabil. Allerdings kann auch Diamant, wenn man ihn vor Verbrennen schützt und wenn nicht Katalysatoren gegenwärtig sind, weit über 2000° erhitzt werden, ohne daß er sich in Graphit umwandelt, wie meine Versuche zeigen. Eine Umwandlung in Graphit ist in der Natur nicht beobachtet, daher die Umwandlungsgeschwindigkeit eine minimalste ist. Katalysatoren, wie Tonerde, Silikat, scheinen sie zu beschleunigen. Wie ist also Diamant herstellbar? Die Antwort kann heute mit auch nur einer gewissen Wahrscheinlichkeit nicht gegeben werden. Eher kann man sagen, wie Diamant nicht herstellbar ist.

Die Versuche, Diamant darzustellen, sind un-

gemein zahlreiche. Bei hohen und höchsten Temperaturen, auch bei sehr hohen Drucken hat man erfolglose Versuche gemacht. Sehr oft ist angeblich Diamant erzeugt worden, aber fast stets sind es nur Karbide gewesen, welche in vielen Eigenschaften dem Diamant ähnlich sind. Nur zwei Methoden sind bisher als vielleicht erfolgreiche anzusehen. Erstens die bekannten Versuche von *Moissan*; aber wenn auch nicht gesagt werden kann, daß wirkliche Diamanten nicht erzeugt wurden, so ist ein Beweis, daß Diamant vorlag, auch nicht mit Sicherheit geführt worden. Die mit 5 mg ausgeführte Analyse ist keine entscheidende.

Was die von *Friedländer* und später von *v. Haßlinger* ausgeführten Versuche anbelangt, so würde namentlich den Versuchsergebnissen des letzteren vielfach Anerkennung gezollt, und liegt auch kein besonderer Grund vor, sie anzuzweifeln, da sie den Methoden der Natur jedenfalls ähnlich sind. Denn *v. Haßlinger* löste Kohle in dem Kimberlit, in welchem sich in Südafrika Diamanten finden, auf und erhielt Körper, welche jedenfalls sehr ähnlich dem Diamanten waren. Namentlich war es interessant, daß durch Zusatz von Titansäure die Diamantbildung gefördert wird. Ich habe einige Versuche von *v. Haßlinger* wiederholt, ob aber die erhaltenen Produkte Diamanten sind oder nicht vielmehr Karbide, wage ich nicht zu entscheiden. In einer im Jahre 1917 erschienenen Arbeit hat *O. Ruff* die Diamantbildung nach dieser Methode nicht für möglich erklärt. Ohne neue Untersuchung der Produkte *v. Haßlingers* möchte ich die Frage nicht entscheiden, bezweifle aber doch, daß *O. Ruff* im Recht sei.

Zahlreiche Versuche bei verschiedenen Temperaturen hat übrigens in der genannten Arbeit *O. Ruff* beschrieben. Dabei wurde auch hoher Druck erhalten. Es soll sich bei Temperaturen über 1600° in mehreren Fällen bei Anwendung von Diamantkeimen Diamant gebildet haben. Die Versuchsreihe war eine sehr ausgedehnte und ergab nach *Ruff*, daß nur die Versuche *Moissans* auf Richtigkeit beruhten.

Auffallend ist jedoch sein Resultat, daß Diamant sich nur über 1600° gebildet hat. Dies steht in Widerspruch mit den Bedingungen in der Natur, denn diese hat Diamanten sicherlich nicht bei so hohen Temperaturen hervorgebracht. Daß eine große Abkühlungsgeschwindigkeit die Diamantbildung fördert, hat *O. Ruff* wieder nachgewiesen, was schon aus den *Moissans*'schen Versuchen hervorging. Aber in der Natur dürfte diese nicht vorhanden gewesen sein, und so scheinen dort noch andere unbekannte Faktoren mitgewirkt zu haben.

Durch die Versuche von *O. Ruff* ist das Diamantproblem bedeutend gefördert worden, obgleich es auch noch heute nicht gelöst ist. Es ergibt sich bei allen Versuchen die Schwierigkeit, zu konstatieren, ob wirklich Diamant vorlag, und

dies ist, da meistens nur sehr geringe Mengen erhalten wurden, recht schwierig. Für wichtig in dieser Hinsicht halte ich die Bestimmung des Brechungsquotienten. Am geeignetsten halte ich die Zersetzung von Kohlenwasserstoffen, ich habe selbst seinerzeit derartige Versuche ausgeführt. Was aber wichtig wäre, ist die Gegenwart eines geeigneten Katalysators, der vielleicht gerade in der Natur vorhanden ist.

Dies führt uns auch zur Betrachtung der Entstehungsweise der Diamanten in der Natur, obgleich sich ja bei der Mineralsynthese auch oft zweckmäßiger andere Methoden empfehlen, als die der Natur. Dies beweist, um nur ein Beispiel anzuführen, die Rubinsynthese, wie sie jetzt in Fabriken ausgeführt wird (siehe unten) und welche von dem natürlichen Wege abweicht. Übrigens scheint auch die Natur, wie bei so vielen Mineralien, z. B. Quarz und Feldspat, auch beim Diamanten verschiedene Wege eingeschlagen zu haben. Das ursprüngliche Muttergestein ist nicht ganz sicher. In Afrika hat man Diamanten in einem Gestein gefunden, welches hauptsächlich ein Olivingestein ist; indessen ist es nicht ganz sicher, ob sich die Diamanten wirklich in demselben in situ gebildet haben, oder ob sie nicht aus einem anderen älteren Gestein in dieses hineingekommen sind. Im Schmelzfluß glaube ich nicht, daß sich Diamant dort aus Kohle, sondern eher aus Kohlenwasserstoffen oder Karbiden ausgeschieden. Das Zusammenvorkommen mit Granat (man beobachtet direktes Verwachsen) weist darauf, daß die Entstehungstemperatur nicht sehr hoch war, da Granat bei 1000–1100° sich, wie früher erwähnt, zersetzt.

Bei den brasilianischen Diamanten ist das Muttergestein unbekannt, aber das Zusammenvorkommen mit Turmalin, Titanoxyden (Anatas, Rutil), dann mit Yttriumphosphaten, Ytterspat, Monazit (also auch einem Thoriummineral), Eisenerzen, weist auf die sog. „pneumatolytische“ Entstehung, wie sie *R. Bunsen* benannt hat. Wir kämen also wieder auf die Entstehung durch Zersetzung von Gasen zurück.

Aus den Bedingungen in der Natur schließe ich, daß das günstige Temperaturgebiet nicht hoch liegt, vielleicht zwischen 700–1000°.

Man müßte geeignete Kohlenwasserstoffe zersetzen, aber wahrscheinlich ist ein noch unbekannter Katalysator nötig. Der Graphit ist bei allen Temperaturen und Drucken stabil, der Diamant nur in einem kleinen, nicht sehr hoch gelegenen Temperaturgebiet. Aber es liegt ein ähnlicher Fall vor wie bei Kalkspat und Aragonit, wo sich Aragonit bei derselben Temperatur wie ersterer bildet, wenn in der Lösung sich Magnesiumsulfat befindet, welche chemisch keine Wirkung hat. Hier beeinflussen die sog. „Lösungs-genossen“ die Kristallart. Welcher Art aber dieser Lösungs-genosse bis Diamant sein müßte, entzieht sich vorläufig unserer Kenntnis.

Ich möchte noch erwähnen, daß man auch an

tiefe Temperaturen gedacht hat, welche allerdings in der Natur ausgeschlossen sind. Ich habe selbst an Zersetzung von Kohlenwasserstoffen unter Druck gedacht, z. B. mit flüssiger Kohlensäure.

Nun will ich noch eine Art der Synthese besprechen: die Varietätensynthese. Dabei handelt es sich meistens darum, eine bestimmte Varietät eines Minerals, welche industrielle oder kommerzielle Bedeutung besitzt, mit allen ihren Einzelheiten darzustellen. Als Beispiele dienen der Rubin, Saphir oder andererseits auch die leuchtende Zinkblende. Diese Varietätensynthese weist naturgemäß größere Schwierigkeiten auf als die allgemeine Mineralsynthese. Denn so ist es beispielsweise leichter, Korund (kristallisierte Tonerde) darzustellen, als eine Varietät mit gewissen Eigenschaften, wie sie Rubin oder Saphir aufweisen, weil in diesem Falle die Nachahmung eine derartige sein muß, daß eine Unterscheidung nicht möglich ist.

Dies ist einerseits A. Verneuil, welcher die Arbeiten seines Lehrers A. Frémy fortsetzte, sowohl für Rubin als auch für Saphir nahezu gänzlich gelungen, während andererseits auch die deutsche Edelsteingesellschaft nach Angaben von Miethe solche Kunststeine anfertigt, deren Unterscheidung von den natürlichen mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist. (Siehe darüber meinen Aufsatz im Jahrgang 1913 dieser Zeitschrift.)

Leichter geht die Sache bei künstlichen Saphiren, durch die Verfärbung mit Radiumstrahlen, da natürlicher Saphir gelb wird, künstlicher nach meinen Versuchen nur violett. Ferner hat A. Pochettino gefunden, daß das Kathodenlumineszenzlicht beim künstlichen Saphir dichroitisch ist, während der natürliche dies nicht zeigt. A. Verneuil färbt seine Saphire mit Titaneisen, welches zwar im natürlichen auch vorhanden ist, aber nur in Spuren, wie Analysen zeigen; denn natürlicher Saphir enthält nur Spuren von Titansäure.

Bezüglich der Varietätensynthese möchte ich noch ein Beispiel anführen: die leuchtende Zinkblende. Manche spanische Blenden zeigen mit ultravioletten Strahlen und mit Radiumstrahlen starke Lumineszenz; man hat auch künstlich solche Blende hergestellt, die Sidotblende. Reines Zinksulfid zeigt die Lumineszenz nicht, sondern nur solches, welches kleine Verunreinigungen enthält, namentlich Mangan, Kupfer und andere Stoffe, während wieder Eisenbeimengung schädlich wirkt. Aber nicht nur solche Beimengungen sind zum Leuchten nötig (dies ist ja bei anderen Stoffen, wie Schwefelcalcium, Schwefelstrontium, der Fall), sondern auch der Molekularzustand ist von höchster Bedeutung, da amorphes Zinksulfid nicht leuchtet, sondern nur solches, welches sich in einem gewissen Temperaturintervall (nicht zu hoch und nicht zu nieder) bildet. Es scheinen also auch gewisse Molekularstrukturen nötig.

Von industrieller Bedeutung ist die Varietätensynthese bei Graphit, bei welchem die „amorphe Varietät“ künstlich schon seit längerer Zeit bei sehr hoher Temperatur dargestellt wird. Den Flinzgraphit habe ich bei einer Temperatur von 1000° in einer inaktiven Gasatmosphäre dargestellt.

Noch eine Varietätensynthese, welche ich vor kurzem ausgeführt habe, will ich erwähnen: die des leuchtenden *Spodumens* oder *Kunzits*. Diese Varietät besitzt eine schöne rosa Farbe und leuchtet ungemein stark mit Radiumstrahlen. Die Zusammensetzung des Minerals wird durch die Formel $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ gegeben. Ich habe durch Zusammenschmelzen der Bestandteile ein Produkt erhalten, welches allerdings eine gewisse Abweichung von dem natürlichen zeigt, da die optischen Eigenschaften nicht ganz übereinstimmen; dagegen gelang es mir, Lumineszenz zu erhalten.

Ich will einige speziell von mir unternommene Versuche hier erwähnen. Bei der Methode aus Schmelzfluß kann man entweder die Bestandteile zusammenschmelzen oder durch eine chemische gegenseitige Reaktion die Verbindung erhalten. Hierbei muß man in einem Teil der Fälle Massenwirkung eintreten lassen. Auf dem erstgenannten Wege habe ich vor einigen Jahren die verschiedenen Kristallarten des Magnesiumsilikats dargestellt. Nach der zweiten Methode habe ich seinerseits die Glimmer dargestellt. Vor kurzem stellte ich das Berylliumorthosilikat *Phenakit* dar, aus Berylliumnitrat und Kieselsäure. Den *Leukophan*, ein Calciumberylliumsilikat, stellte ich aus Mischungen von CaCO_3 , BeCO_3 und SiO_2 dar.

Noch eine Synthese, welche ich in letzter Zeit durchführte, will ich anführen: es ist die des Zirkons. Die Formel ist $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$, wobei man entweder annehmen kann, es läge ein Silikat vor oder auch eine Verbindung zweier Oxyde. Ich habe aber Zirkone dargestellt, bei welchen das Verhältnis der Kieselsäure zu Zirkondioxyd variierte. Ich habe nun durch Schmelzen der Mischungen ZrO_2 und SiO_2 in den Proportionen 1:2 und 3:2 ebenfalls Zirkone erhalten, wonach die Ansicht, daß es sich hier um feste Lösungen beider Dioxyde handle, bestätigt wird.

Im allgemeinen sind Synthesen auf nassem Wege schwieriger auszuführen als die auf trockenem; vor allem erfordern sie mehr Zeit, denn in den meisten Fällen genügen nicht zwei oder drei Tage, sondern man muß manchmal viele Wochen, zumindestens aber eine Reihe von Tagen den Versuch andauern lassen. J. Lemberg hat bei seinen Versuchen beispielsweise über 300 Stunden gebraucht. Ich habe Versuche über 6 Monate andauern lassen. Nur wo in Autoklaven und ähnlichen Apparaten gearbeitet wird, wobei man Temperaturen von etwa 500° anwenden kann, und naturgemäß ein sehr hoher Druck im Appa-

rat herrscht, erhält man Resultate nach 12 bis 24 Stunden.

Bei der Untersuchung der Versuchsergebnisse hat man große Schwierigkeiten, da in vielen Fällen die Reaktion nicht vollständig verläuft, so daß man sehr häufig mehrere Produkte erhält. Lassen sich diese trennen, so ist die Untersuchung nicht weiter schwierig, da dies aber vielfach nicht gelingt, ist eine Analyse nicht durchführbar, da man ein Gemenge analysiert, und man ist auf optische Charakteristika allein angewiesen, welche meiner Ansicht nach nicht immer genügt, da in solchen Niederschlägen das Auftreten der Verbindungen ein anderes ist als in der Natur. Es sind in den letzten Jahren Mineralien als derartige Versuchsergebnisse angeführt worden, bei welchen es sich doch nur um einen Wahrscheinlichkeitsbeweis handelt. Ohne Analyse gibt es da keine Sicherheit, außer es handelt sich um ganz einfache charakteristische Fälle.

Versuche, um den Talk darzustellen, wurden von mir mehrfach nach verschiedenen Methoden ausgeführt, wobei ich, mich an die Verhältnisse der Natur haltend, nur niedrige Temperatur, 120–140°, anwandte; allerdings könnte man auch, da Talk sein Wasser erst in der Glühhitze verliert, höhere Temperaturen verwenden.

Es wurde die Einwirkung von Magnesiumkarbonat auf Natriumsilikat versucht, und zwar bei einer Temperatur von 200°. Es war aber die Reaktion nicht vollständig, so daß sich ein Gemenge von Talk und Magnesit bildete, was ja in der Natur auch mitunter der Fall ist. So zeigt diese Synthese einen Vorgang, wie es in der Natur der Fall ist. Auch die Umwandlung von Kieselsäure durch Magnesiumchlorid gab ein talkähnliches, aber auch nicht ganz reines Produkt:

$$3 \text{MgCO}_3 + 4 \text{Na}_2\text{SiO}_3 + n \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3 (\text{MgSiO}_3) \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{NaOH}.$$

Der künstliche Meerschäum gelang dagegen vollständig durch Einwirkung von Hydratationsmitteln auf Kieselsäure und ein Magnesiumsalz.

Auch physikalisch sind beide Produkte übereinstimmend.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 21. Januar hielt Herr Professor J. Kettler einen Vortrag über das Thema **Kartographische Wünsche**. Er knüpfte seine Ausführungen an eine Besprechung der im Verlage von J. Perthes in Gotha erschienenen Karte des Deutschen Reiches von C. Vogel im Maßstab 1:500 000, die sich leider noch nicht so eingebürgert hat, wie sie es verdient. Die geographischen Gesellschaften sollten die Verbreitung dieser schönen Karte nach Möglichkeit fördern. Die wundervolle Darstellung des Terrains rührt zwar nicht von Vogel selbst her, ist aber unter seiner Redaktion entstanden. Die Namen der Bearbeiter, denen das Hauptverdienst an der praktischen Ausführung zukommt, Koffmann, Domann und Scherrer, sollten der Vergessenheit entrissen werden, zumal ihre Namen in der 2. Auflage nicht mehr genannt sind. Von den Mängeln dieser 2. Auflage hob der Vortragende

besonders die rote Farbe der Schraffen in der Darstellung des Hochgebirges hervor, die besser vermieden worden wäre, da die rote Farbe das Auge gegen alles andere abstumpft. Dagegen ist die Karte mustergültig in der Darstellung der Terrainzeichnung für das Flachland, das selbst für geübte Kartographen viel schwieriger auszuführen ist als die Zeichnung des Hochgebirges. Das Waldkolorit der einen Ausgabe wäre besser fortgeblieben, da es das politische Kolorit stört. Auch die Darstellung der administrativen Einteilung läßt manche Wünsche offen. An die Kritik der Vogelschen Karte schloß der Vortragende dann eine Reihe von anderen Wünschen an, die bei allen kartographischen Darstellungen zu beachten seien. Sehr stiefmütterlich ist in den meisten Karten die Eintragung historischer und ethnischer Landschaftsnamen behandelt. Oft wird von den Kartographen vergessen, daß das Bodenrelief nur einen Teil der Geographie erschöpft; auch die Generalstabskarten versagen in dieser Beziehung vielfach. Zum Beweise führte der Vortragende zahlreiche Einzelfälle an, und er verlangt, daß die militärischen Behörden die Stammeseigenart unangetastet lassen mögen. Die Hauptstädte sollen natürlich hervorgehoben werden, aber man darf sich nicht sklavisch an die Einwohnerzahl ketten. Neben der administrativen Stellung der einzelnen Orte müssen auch ihre wirtschaftliche und historische Bedeutung berücksichtigt werden. Die Schreibung der Namen in Fraktur ist zu verwerfen. Ein Kapitel für sich bildet die Orthographie der geographischen Namen, die besonders schwierig im Gebiete des russischen Alphabets ist.

Im Anschluß an den Vortrag zeigte Herr Geheimrat Penck ein neu erschienenes Blatt der „Internationalen Weltkarte 1:1 000 000“ und wies auf die Schwierigkeit hin, die dadurch entsteht, daß die Kartenbilder der einzelnen Blätter dieses großen Werkes sehr verschiedene Formate besitzen. Jedes Blatt umfaßt nämlich die zwischen 6 Längengraden und 4 Breitengraden eingeschlossene Fläche, was in äquatornahen Gegenden ein sehr großes, in polnahen Gegenden ein sehr kleines Kartenbild zustande bringt. Ein neuer Gedanke, der diese Schwierigkeit in genialer Weise löst, ist daher mit Freude zu begrüßen. Prof. Finsterwalder in München schlägt nämlich vor, die Erdoberfläche auf ein der Kugelgestalt nahe kommendes Ikosaeder zu projizieren, was eine Einteilung der gesamten Erdoberfläche in 1920 gleich große Sechsecke und 12 Fünfecke ermöglichen würde. Natürlich würden die Kartenbilder nicht in sechseckiger, sondern in viereckiger Form gedruckt werden, so daß die Ecken der einzelnen Blätter immer auf Nachbarblätter übergreifen. Sämtliche Blätter könnten dann in genau dem gleichen Format erscheinen.

In der Sitzung am 2. Februar hielt Prof. N. Krebs (Würzburg) einen Vortrag mit Lichtbildern über die **Anthropogeographie der Balkanhalbinsel**. Die morphologische Gestaltung des Bodens und seine Beeinflussung durch das Klima bilden die Grundlage jeder anthropogeographischen Betrachtung, und so begann der Vortragende mit einer Schilderung der physikalisch-geographischen Verhältnisse der südosteuropäischen Halbinsel, die völlig unzutreffend „Balkanhalbinsel“ benannt wird, während die Tagespresse vielfach in noch verschrobenerer Weise die Ereignisse als „auf dem Balkan“ geschehen bezeichnet. Das Verständnis der dortigen Zustände wird bei uns besonders dadurch erschwert, daß wir gewohnheitsmäßig die mitteleuropäischen Verhältnisse fälschlich auch auf fremde Gebiete zu übertragen pflegen. Aber schon die Wegsam-

keit ist dort eine ganz andere als bei uns. Kein einziger Fluß der ganzen Halbinsel ist reguliert. Häufig sind nicht die stellenweise in Schluchten verlaufenden oder versumpften Täler, sondern hochgelegene Flächen die wegsamen Teile des Landes. Die Bevölkerung ist meist geschieden in die auf den Hochweiden wohnenden Hirten und die in den Tälern wohnenden Bauern, von denen den letzteren, trotzdem sie kulturell höher stehen, nicht unbedingt die politische Führung zufällt.

Der Vortragende erörterte sodann die Stellung der Halbinsel zu ihren Nachbarn, sowie die zentrifugalen und zentripetalen Bestrebungen seiner einzelnen Teile. Der von dem Adriatischen Meere her kommende romanische Einfluß ist wegen der Unwirtlichkeit des parallel zur Küste streichenden dinarisch-albanischen Gebirges, das keine Pässe oder wegsame Täler besitzt, stets gering gewesen. Nur dort, wo unter dem 42. Breitengrad die Westküste aus ihrer südöstlichen Richtung in die südliche umbiegt und die Scharung an dem südlich des Skutarisees sich ins Meer ergießenden Drinflüsse eine bessere Zugangspforte gewährt, dringt der mediterrane Einfluß und das romanische Element in der Kultur weiter landeinwärts. Nur zeitweise wirksam und mehr destruktiv wie aufbauend ist der osteuropäische Einfluß, dem vor allem die Steppen der Dobrußa und die bulgarische Tafel ausgesetzt sind. Gerade die Ereignisse der Gegenwart zeigen aber, daß dieser östliche Einfluß sich nicht aufrecht erhalten läßt und durch den mitteleuropäischen zurückgedrängt wird, der seit dem 18. Jahrhundert immer wirksamer wurde, wobei beachtet werden muß, daß der geographische Begriff „Mitteleuropa“ nichts Beständiges ist, sondern im Laufe der Zeiten gewechselt hat. Das Balkangebirge bildet keine scharfe Grenze. Schon zur Römerzeit führten sechs Straßen hinüber, und seit alten Zeiten wirkte daher die höhere Kultur des Südens, der Griechen, Byzantiner und Türken auf die nördlichen und zentral gelegenen Länder ein. Länger andauernd war ein direkter Einfluß allerdings nur in Thrazien und in den südlichen Becken Mazedoniens zu spüren. Indirekt aber haben die Slavenstaaten des Mittelalters und die türkische Herrschaft für die Verbreitung der byzantinisch-aromunischen Kultur in allen dichter besiedelten Teilen der Halbinsel gesorgt. Der Norden, und zwar nicht weniger als 23 % vom Areal des Balkanrumpfes, ist mitteleuropäischen Einflüssen geöffnet, 10 % gravitieren gegen den Westen, 15 % nach Nordosten und 19 % zur Ägäis. So bleiben als Kerngebiete nur 33 % übrig, ein geringer Teil, wenn man ihn mit dem entsprechenden der iberischen Halbinsel vergleicht. Dort sind selbst wenn man ganz Portugal dem peripherischen Gebiete zuordnet, noch 56 % als Kerngebiet zu betrachten. Aber auch diese Kernländer bestehen auf der Balkanhalbinsel nicht aus einer einheitlichen Landschaft, sondern zerfallen in sechs abgesonderte Gaue, die mit den Außenlandschaften kaum schlechter verbunden sind als untereinander. Nur wenn diese zusammengefaßt werden können, entsteht auf der Balkanhalbinsel ein führender Staat, wie es zur Römerzeit und zur Türkenzeit der Fall war. An der Hand zahlreicher historischer Karten schilderte der Redner die Zusammenfassung und Zertrümmerung der einzelnen Einheiten im Laufe der Geschichte und wies nach, daß die antiken Grenzen viel natürlicher waren als diejenigen des 19. Jahrhunderts. Jetzt ist Bulgarien dem Ziel der Zusammenfassung am nächsten, doch hindern die nationalen Verhältnisse eine allseits zufriedenstel-

lende Lösung. Eine Reihe von Lichtbildern zeigte die kulturellen Beziehungen der einzelnen Landschaften zu ihren Nachbarn. Es ist heute unmöglich, eine Rassenkarte zu zeichnen, denn Serben und Albaner gehören, trotzdem sie sich aus religiösen Gründen hassen, der gleichen dinarischen Rasse an. Den Hauptteil der Kernlandschaften umfaßt das Gebiet, um dessen Zugehörigkeit sich Serben und Bulgaren streiten. Bemerkenswert ist das Vordringen der Albaner nach Nordosten. Eigentümlich sind ihre befestigten Wohntürme, die Kulas, die sich erheblich von den anderen Wohngebäuden unterscheiden, deren verschiedene Typen in Bildern vorgeführt wurden. Übergänge von Halbnomadismus zu den eigentlichen Wandervölkern, Zigeunern usw. kommen vielfach vor. Eine Abgrenzung der einzelnen Kulturbirke gegeneinander ist nicht möglich, da die Einflüsse sich zu verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Seiten her geltend machten und ihre Nachwirkungen sich deshalb übereinander schichten. Bodenständiges findet sich höchstens in den abgelegenen Strichen der ausgedehnten Hochweiden, von denen immer wieder die Auffrischung der Rasse erfolgt.

In der Fachsitzung am 18. Februar sprach Herr Dr. Zacher (Steglitz) über einige **Wechselwirkungen zwischen menschlicher Kultur und Tierverbreitung** unter Vorführung von Lichtbildern. Die Abhängigkeit des Menschen von der Verbreitung der Tiere ist allgemein anerkannt, soweit höhere Tiere in Frage kommen. Aber auch niedere Tiere, unter denen heute die Insekten eine Hauptrolle spielen, greifen tief in die Lebensverhältnisse des Menschen ein. Als nützliche Insekten sind Biene, Seidenspinner, Lacklaus, Cochenille usw. allgemein bekannt, aber auch noch manche andere dienen als Nahrung oder fungieren als Blütenbestäuber. Viel wichtiger wie diese nützlichen Insekten aber sind die Schädlinge, die auch geographisch von Bedeutung sind, weil sie Hemmnisse für die geographische Verbreitung von Pflanzen, Tieren und Menschen darstellen können, indem sie den Anbau der Pflanzen und die Aufzucht von Vieh verhindern, sowie die Gesundheit des Menschen bedrohen. Die sanitär-pathologische Bedeutung der schädlichen Insekten beruht zum Teil nur auf mechanischer Übertragung von Krankheitskeimen, wie z. B. bei der Hausfliege. Am tiefsten aber greifen die schädlichen Insekten in die Kultur des Menschen ein, wenn sie als gesetzmäßige Zwischenwirte für Krankheitserreger dienen. Am bekanntesten in dieser Beziehung ist die Stechmücke (*Anopheles*) als Zwischenwirt für die Malariaparasiten. Auch die Gelbfiebertmücke ist in den Tropen und Subtropen von Bedeutung. Früher kam sie nur in Amerika vor, seit einem Jahrzehnt ist sie jedoch auch in Westafrika heimisch geworden. Nach Westen hin ist sie ebenfalls, vor allem durch den Panamakanal, weithin verbreitet worden. Ihre Bekämpfung ist leicht, da sie ein Haustier ist und sich nur $\frac{1}{4}$ km weit von menschlichen Behausungen entfernt. Mit großem Erfolg hat man sie bekämpft durch Drainage ihrer Brutplätze und durch Auftrüpfeln von Petroleum auf jede Wasserfläche, wodurch diese sich mit einem dünnen Fetthäutchen überzieht, das die im Wasser befindlichen Larven abtötet. Von verheerendem Einfluß ist die Tse-tse-Fliege, die sich glücklicherweise auf Afrika beschränkt. *Glossina palpalis* erzeugt die Schlafkrankheit, *Glossina morsitans* die Rinderpest. Durch Beseitigung des Unterholzes in den afrikanischen Wäldern konnte die Tse-tse-Fliege mit Erfolg bekämpft werden. Sie wird nicht nur den Rindern

verderblich, sondern auch Pferden, Eseln, Ziegen usw., weshalb der Negerstamm der Niam-Niam gezwungen ist, Hunde zu mästen, um Fleischnahrung zu erhalten. Außer der sanitarisch-pathologischen Bedeutung kommt auch der schädliche Einfluß mancher Insekten für die Ackerbaukultur in Betracht, die oft zu Katastrophen führt. Nicht immer sind die Schädlinge in allen Ländern die gleichen. So hat z. B. die Baumwolle zwar überall ähnliche Schädlinge, die aber von verschiedenen Arten sind, weil sie je nach dem Lande, in dem die Baumwolle angepflanzt wird, von anderen Pflanzen zu ihr überwandern. Der Umstand, daß die Kulturpflanzen meist in dichten Beständen angebaut sind, bietet den schädlichen Insekten besonders günstige Lebensbedingungen.

Der Vortragende schilderte einzelne Beispiele der geographischen Ausbreitung verschiedener solcher Insekten. Der Coloradokäfer ging in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zuerst auf die nach Colorado eingeführte Kartoffel über und vermehrte sich sehr schnell, so daß Schwärme von Zehntausenden von Exemplaren sogar Eisenbahnzüge zur Entgleisung brachten. Er kam in den siebziger Jahren zum ersten Male nach Deutschland. Der Baumwollrüsselkäfer hat sich in den südlichen Vereinigten Staaten außerordentlich schnell von Süden her ausgebreitet und mitunter mehr als 50 000 Quadratmeilen in einem Jahre neu besiedelt, weshalb der Baumwollbau vielfach seine Rentabilität verlor und Maisbau an seine Stelle treten mußte. Außer solcher spontanen Verbreitung kommt noch die künstliche Verschleppung durch Weltverkehr und Welthandel in Betracht. Der Vortragende führte interessante Einzelheiten über Verbreitung und Bekämpfung einiger Insekten an; so hat man z. B. die Orangenkulturen in Kalifornien dadurch gerettet, daß man die, Orange-Schildlaus durch Einführung eines ihr feindlichen Marienkäferchens bekämpfte. Von weiteren Schädlingen der Kulturpflanzen besprach der Vortragende noch den Schwammspinner, den Goldafter, die Reblaus, die Blutlaus und die Mehlmotte.

O. B.

Ornithologische Mitteilungen.

Über schwindende Vogelarten in Deutschland handelt das von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege herausgegebene 4. und 5. Heft des 2. Bandes der Naturdenkmäler, Vorträge und Aufsätze (Berlin 1917). Prof. Hennicke in Gera, der rührige Vorsitzende des Deutschen Vereins zum Schutze der Vogelwelt, hat sich in liebevoller Vertiefung der Behandlung des Gegenstandes unterzogen. Dem Fachornithologen bietet die Arbeit wenig Neues; dem Laien jedoch und dem großen Kreise derer, die sich heute dem Schutz der Naturdenkmäler widmen, gibt sie eine eingehende Darstellung der augenblicklichen Verhältnisse in Deutschland hinsichtlich des Bestandes unserer Vögel und eine nachhaltige Anregung für die zu erstrebenden Ziele. Aus der weit zerstreuten vogelkundlichen Literatur hat der Verfasser sorgsam das Material zusammengetragen. Er entwirft ein Bild der Arten, die durch die Gleichgültigkeit und Gewinnsucht der Menschen und durch die fortschreitende Kultur in ihrem Bestande stark bedroht erscheinen. Leider ist die Zahl schon eine sehr

große, die des Schutzes bedarf, um sie vor dem Verschwinden zu retten. Achtzig Arten mögen es sein, die Prof. Hennicke behandelt. Eine erschreckend hohe Zahl gegenüber den rund 190 Arten, die für Deutschland als brütende überhaupt in Betracht kommen. Bernard Altum, der verstorbene, verdienstvolle Eberswalder Forstzoologe, hatte seinerzeit zuerst darauf hingewiesen, was nicht oft genug betont werden kann, daß es für die Frage der Erhaltung unserer Vogelwelt erst in zweiter Reihe von Bedeutung sei, ob die Art im Haushalte der Natur, an dieser oder an jener Stelle, als nützlich oder als schädlich anzusehen sei. Das ethisch-ästhetische Moment muß vor dem wirtschaftlichen in erster Reihe betont werden. Auch Hennicke vertritt diesen Standpunkt in seiner lückenlosen Darstellung der Arten, die wir für Deutschland als schwindende zu bezeichnen haben und für deren Schutz und Erhaltung wir eintreten müssen. Auf einige Einwürfe, die der Fachornithologe bei der Behandlung einzelner Arten, wie z. B. bei dem Polartaucher, dem Haubentaucher, der Reiherente, des weißen und schwarzen Storches, des Raufußbussards u. a. machen könnte, soll hier nicht eingegangen werden. Neben einer Verschärfung der Bestimmungen des Vogelschutzes und einer Änderung der Jagdgesetzgebung erblickt der Verfasser in der Erweckung lebhafteren Interesses und warmer Liebe des Menschen für die umgebende Natur und deren Organismen das alleinige Heilmittel. Und darin ist ihm vollinhaltlich beizupflichten. Möge der Warnruf, den Prof. Hennicke erschallen läßt, Beachtung finden, ehe es zu spät ist!

Über gemischte Vogelschwärme hat Erich Stresemann vor kurzem in München eine Reihe von Betrachtungen veröffentlicht, die vom biologischen Standpunkte Beachtung verdienen. Er weist darauf hin, daß der Trieb zum Zusammenschluß mehrerer Individuen zu einem Verband in der Vogelwelt sehr weit verbreitet sei. Als die einfachste Form solchen Zusammenschlusses ist der Familienverband zu betrachten. Bei weiterer Entwicklung gesellschaftlichen Lebens vereinigen sich außerhalb der Brutzeit mehrere Familien und ungepaarte Individuen zu Schwärmen. Bei diesen Verbänden gleicher Arten läßt sich der Vorteil für das einzelne Individuum leicht erkennen. Er besteht in der Verwertung der Erfahrungen und in der gegenseitigen Unterstützung beim Aufsuchen der Nahrung. Stresemann ist geneigt, dieses Moment als das primäre aufzufassen, aus dem sich allmählich ein Instinkt, der Geselligkeitstrieb dieser Arten, entwickelte. Den beiden vorgenannten Formen von Vogelgesellschaften reiht sich dann die Mischschwärme an, die sich aus Individuen verschiedener Arten zusammensetzen. Schließlich zieht Stresemann noch diejenigen zusammengesetzten Gesellschaftsschwärme in den Kreis seiner Betrachtung, in denen sich verschiedene Arten mit teilweise durchaus abweichender biologischer Eigenart zusammenfinden. Letztere sind für ausgedehnte Waldgebiete charakteristisch. Die Ursache für die Bildung solcher Mischschwärme glaubt der Verfasser nach seinen vornehmlich in den Tropen gesammelten Beobachtungen nicht in der Verwertung gegenseitiger Erfahrungen suchen zu dürfen, als vielmehr in dem suggestiven Einfluß, den die Vereinigung vieler Individuen auf die meisten in Wäldern lebenden kleinen Vögel ausüben dürfte.

H. Schatow, Berlin-Grünwald.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 20.

17. Mai 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Pflanze als Bauwerk. Von *Prof. Dr. E. Pringsheim, Halle.* S. 293.

Die alttertiären Primaten Europas. Von *Prof. Dr. Othenio Abel, Wien.* (Schluß) S. 295.

Besprechungen:

Kohlschütter, V., Die Erscheinungsformen der Materie. Von *R. Zsigmondy, Göttingen.* S. 300.

Meyer, St. und E. v. Schweidler, Radioaktivität. Von *K. Fajans, München.* S. 301.

Doehlmann, K., Grundzüge der Perspektive nebst

Anwendungen. Von *W. Merte, Jena.* S. 302.

Sanden, Horst v., Praktische Analysis. Von *E. Courant, Göttingen.* S. 303.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zu der Anregung: Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten. Von *F. Stelbraag, Neustadt a. d. H.* S. 303.

Zur Theorie der Röntgen-Spektren. (Vorläufige Mitteilung.) Von *F. Reiche und A. Smekul, Berlin.* S. 304.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Aus dem chemischen Laboratorium der Königlich Bayerischen Akademie der
Wissenschaften in München

Sieben Abhandlungen

Von

Richard Willstätter und **Arthur Stol**

Mit 16 Textabbildungen und einer Tafel

Preis M. 28.—; gebunden M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Arztwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre

der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

17. Mai 1918.

Heft 20.

Die Pflanze als Bauwerk.

Von Prof. Dr. E. Pringsheim, Halle.

Wenn wir die Pflanze mit einem Bauwerk vergleichen, so müssen wir uns von vornherein darüber klar sein, daß sowohl ihr Zweck wie ihr Material durchaus verschieden von dem sind, was wir bei menschlichen Gebäuden kennen. Der Zweck ergibt sich aus der Ernährungsweise der Pflanze, die von Luft und Licht lebt, d. h. die Spuren von Kohlensäure, die sich in der Atmosphäre finden, mit Hilfe der Sonnenstrahlen in organische Stoffe verwandelt. Demzufolge muß sie dem Gaswechsel mit der Atmosphäre eine große Oberfläche darbieten und flächige Organe ausbilden, um das Licht aufzufangen, was beides durch den Besitz von Blättern erreicht wird. So finden wir bei der Pflanze im Gegensatz zum Tier ein nach außen sehr lockeres Gefüge.

Mit der Art der Ernährung hängt aber ferner auch das zur Verfügung stehende Baumaterial zusammen. Wasser kann die Pflanze meist in beliebiger Menge aus dem Boden aufnehmen. Kohlehydrate baut sie sich aus Wasser und Kohlensäure auf, muß damit aber, wenigstens im Anfange, sparsam umgehen. Daher bestehen junge Pflanzen zu etwa 80—90 % aus Wasser. Von dem Rest sind aber auch nur etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ wirklich feste Substanzen, das übrige in Wasser gelöst. Es bietet sich also der Pflanze die schwierige Aufgabe, einen genügend widerstandsfähigen und die Form bewahrenden Körper herzustellen und dazu fast nur Wasser neben geringen Mengen eines Kohlehydrates zu verwenden. Als solches dient nun die *Zellulose*, ein vermöge seiner mechanischen Eigenschaft wunderbar geeignetes Material. Die Verteilung dieser beiden und der gelösten oder gequollenen Stoffe im Pflanzenkörper, die die Lösung der Aufgabe ermöglicht, soll nun gekennzeichnet werden.

Die Pflanze besteht aus Zellen, d. h. aus dünnwandigen, rings geschlossenen Zellulosesäckchen, denen sich nach innen das Protoplasma als schleimiger Belag anschmiegt und die in der Hauptsache erfüllt sind vom Zellsaft, einer wässrigen Lösung verschiedener Stoffe. Die Zellulosehülle oder Zellhaut läßt Wasser und gelöste Stoffe hindurchtreten, wogegen das Protoplasma nur dem Wasser den Durchtritt gestattet, nicht aber den gelösten Substanzen. Da diese somit nicht aus dem Zellsaftraum heraus können, aber osmotisch Wasser anziehen, steigert sich, solange Wasser geboten wird, das Volumen und damit der Druck der Innenflüssigkeit, bis die Spannung der Zellhaut, die dem Pro-

toplasma ein Widerlager bietet, das Einstürzen verhindert. Jetzt haben wir einen Gleichgewichtszustand zwischen Innendruck und elastischem Gegendruck der Zellulosehülle, wobei letztere etwas aufgebläht ist. Jede Veränderung der Form würde eine Volumenverminderung bedingen, die bei der Nichtzusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten nur durch Austritt von Wasser entgegengesetzt dem osmotischen Drucke möglich wäre oder durch eine weitere Dehnung der Zellhaut, die deren Spannung entgegenwirkt. Daher die Formbeständigkeit der einzelnen Zelle und damit des ganzen jugendlichen Pflanzenkörpers. Daß das Wasser dabei eine wesentliche Rolle spielt, sehen wir am besten nach Wasserverlust, beim Welken: Hört die Spannung der Zellhaut auf, so ist diese nicht imstande, den Pflanzenkörper aufrecht zu tragen. Auch einer der Gründe, warum die Pflanze in viele winzig kleine Zellen, d. h. osmotische Systeme der beschriebenen Art, eingeteilt ist, wird uns nun klar. Jede Biegung eines Teiles, z. B. eines Stengels, bewirkt Dehnung auf der konvexen, Zusammendrückung auf der konkaven Seite. Wäre im Innern nur ein großer Hohlraum, d. h. wäre die höhere Pflanze wie manche Algen und Pilze „einzellig“, so würde das Wasser von der gedrückten nach der gedehnten Seite fließen, und es würde einer solchen Formveränderung geringerer Widerstand entgegengesetzt werden, als wenn durch unzählige Zwischenwände die Wasserverschiebung verhindert wird. Das an sich nicht formbeständige Wasser wird also am Orte festgehalten und kann so den *druckfesten* Teil des gesamten mechanischen Systems hergeben, wobei die an sich nicht biegungs- oder druck-, wohl aber sehr *zugfesten* Zellulosehäutchen mit ihm zusammenwirkend die Biegefestigkeit des Ganzen bewirken.

Die Grenzen der Festigkeit eines solchen Gebildes sind nun bedingt erstens durch die Dünnhheit der Zellhaut und zweitens durch die Kittfugen, in denen die Zellen ähnlich wie die Ziegel einer Mauer durch den Mörtel zusammengefügt sind. Eine größere Dicke *aller* Zellwände verbietet sich wegen des dadurch erschwerten Stoffaustausches zwischen den Zellen. Daher ist sie nach dem Grundsatz der Arbeitsteilung auf gewisse Zellen, die Bastfasern, beschränkt, die gleichzeitig durch ihre große Länge und dadurch, daß sie mit ihren Spitzen ineinander greifen und so eine beträchtliche gemeinsame Oberfläche besitzen, ein schwer zerreißbares Faserbündel bilden. Betrachten wir als einfachstes Beispiel einen Pflanzenstengel, so ist das bei scharfer Biegung drohende Zerreißen in den Zellfugen der

Konvexseite durch dort eingestreute Bastfasergruppen verhindert. Da aber der Stengel sich nach allen Seiten biegen kann, so finden wir diese hervorragend zugfesten Teile, die auf gleichen Querschnitt berechnet, dem Zerreißen denselben Widerstand entgegensetzen wie Stahldraht, ringsherum nahe der Oberfläche gelagert, wobei sie wohl auch auf der Konkavseite das Ausweichen der an sich druckfesten dünnwandigen wassergefüllten Zellen verhindern. Wir haben also hier wiederum das *Zusammenwirken von druck- mit zugfesten Teilen*, wobei in den ersteren der Wassergehalt, in den letzteren die Zellwand die für die mechanischen Eigenschaften bedeutungsvolle Komponente darstellen.

Wie wir oben gesehen haben, ist der Widerstand, den die Zellwände einer Dehnung und damit einer Formveränderung des ganzen Organes entgegensetzen, um so größer, je stärker sie schon gespannt sind. Dasselbe gilt nun auch für die Bastfasern und die mit ihnen zusammenwirkenden zugfesten Teile, die im Pflanzenstengel die äußeren Schichten einnehmen. Etwas schematisiert können wir die Sachlage folgendermaßen darlegen: Die Verdickung der Zellwände bei den Bastfasern erschwert ihr Flächenwachstum und die Nährstoffzufuhr ins Innere der Zellen. Daher hören diese bald auf sich in die Länge zu strecken, während die mehr im Innern gelegenen Markzellen noch weiter zu wachsen bestrebt sind, woran sie aber schließlich durch den Zusammenhang mit den sich nicht mehr verlängernden äußeren Zellschichten gehindert werden. Letztere werden dadurch gedehnt. Es kommt so die sogenannte *Gewebespannung* zustande. Diese macht sich im Zusammenhang der Teile in der äußeren Form nicht weiter bemerkbar, weil die Spannungen sich gegenseitig aufheben. Zerlegen wir aber einen mit Gewebespannung versehenen jungen Stengel oder Blattstiel durch Längsschnitte in Streifen, so biegen diese sich konkav nach außen, weil die inneren Teile nun ihr Verlängerungsbestreben betätigen können, während die äußeren, gedehnten sich ein wenig verkürzen. Die Krümmung wird noch größer, wenn wir die isolierten Organstreifen in Wasser legen, weil nun die Markzellen durch Wasseraufnahme ihr Volumen vergrößern, woran sie vorher durch den Zug der dickwandigen äußeren Gewebsschichten verhindert waren. Aus der erheblichen Kraft, mit der diese Krümmungen ausgeführt werden, ersieht man die Größe der normal vorhandenen Spannungen.

Diese Gewebespannung erhöht nun in der angedeuteten Weise die Formbeständigkeit des ganzen Organes, denn das Mark setzt mit seinem Ausdehnungsbestreben dem Zusammendrücken, die längsgespannten äußeren Partien der Dehnung erhöhten Widerstand entgegen, wodurch die Biegezugfestigkeit des Ganzen wiederum gesteigert wird. Wir haben demnach hier auf der dritten Stufe dasselbe Grundprinzip, nämlich das *Zu-*

sammenwirken druckfester und zugfester Teile zu einem biegezugfesten Gebilde. Ähnliche Verhältnisse wie für zylindrische Stengel, Blatt- und Blütenstiele finden wir auch bei den Stielen der Hutpilze und etwas modifiziert bei den Blattrippen. Bei den Wurzeln, den Stengeln von Wasserpflanzen usw. dagegen sind die Verhältnisse anders. Diese Organe werden hauptsächlich auf Zugfestigkeit beansprucht, die Wurzeln durch das Hin- und Herschwanken des Sprosses im Winde, die Stengel der Wasserpflanzen durch das Fluten des Wassers. Wenn der Wind die oberirdischen Teile der Pflanze nach einer Seite biegt, so halten die Wurzeln sie wie Ankertaue im Boden fest. Auf Biegezugfestigkeit kommt es hier nicht an. Eine gewisse Schmiegsamkeit ist vielmehr am Platze. Soll mit einem bestimmten Mindestmaß von zugfester Substanz, also von Zellulose, eine möglichst große Zerreißeugfestigkeit erzielt werden, so müssen die vorhandenen Festigungselemente möglichst nahe zusammenrücken, so daß sie von Dehnungskräften gleichmäßig betroffen werden. Das geschieht dadurch, daß sie um die Achse herum zusammengelagert werden. Wären sie mehr nach außen verschoben, so könnten bei einem nicht genau in der Längsrichtung wirkenden Zug die am meisten beanspruchten Teile reißen, ohne von den anderen unterstützt zu werden. Das Schicksal des Ganzen wäre dadurch besiegelt. So finden wir denn in der Tat bei zugfesten Pflanzenteilen die Festigungselemente in der Mitte, das aus dünnwandigen Zellen bestehende Gewebe darum herum, so daß das Ganze in mechanischer Hinsicht einem gummiisolierten Leitungsdraht ähnelt. Werden aber die Ansprüche an ein zugfestes Organ größer und muß daher die Masse der dickwandigen Fasern vermehrt werden, so wird das Gebilde leicht zu starr und würde bei Biegung brechen. Hier tritt dann eine neue Anordnung auf, die darin besteht, daß die festen Teile in einzelne, durch dünnwandiges, nachgiebiges Zwischengewebe getrennte Gruppen zerfallen, etwa wie bei einem Kabel oder Seil. Die Längsugfestigkeit wird dadurch kaum vermindert, bei Biegung können aber die einzelnen Bündel sich gegeneinander verschieben und seitlich ausbiegen. So finden wir die Anordnung bei Lianenstämmen, die vielfach gebogen von Baum zu Baum hängen und auch beim Sturze eines derselben nicht zerreißen, ferner bei den Trägern schwerer Fruchtstände, z. B. bei Bananen und Datteln.

Kehren wir nun zu den gewöhnlichen Pflanzenstengeln zurück, so besteht ein großer Nachteil der bisher besprochenen Konstruktionen darin, daß ihre Festigkeit das Vorhandensein genügender Wassermengen und die dadurch bedingte Prallheit der Zellen voraussetzt. Werden die einzelnen Zellen durch Wasserverlust schlaff, welkt also die Pflanze auch nur ein wenig, so vermindert sich die Steifheit stark oder geht selbst ganz verloren: Die jugendlichen Sproßspitzen hängen

schlaff über. Bei erneuter Wasserzufuhr werden sie freilich wieder straff; aber für größere Pflanzen oder gar Bäume wäre ein derartiges Verhalten ganz unmöglich. Man denke nur, daß ein ganzer Wald nach längeren Trockenzeiten umfiele. Aber selbst wenn die genügende Wasserfülle der Zellen stets gewährleistet wäre, so würden doch die stark vermehrten Lasten bei großen Pflanzen nicht mehr getragen werden können, denn zu den seitlichen Biegekräften kommt nun der erhöhte Druck in der Längsrichtung durch das Gewicht des Laubes, der Blüten und Früchte. Ein Baumstamm muß nicht nur Biegungs-, sondern auch *Säulenfestigkeit* besitzen. Dünne einzelne Bastfaserbündel können diesen Längsdruck nicht aushalten, sie weichen seitlich aus wie ein Bindfaden, der ja aus ihnen besteht. Auch die dünnwandigen, wassergefüllten Zellen würden seitlich nachgeben, aus dem Gewebsverbande herausgepreßt werden. Solcher Beanspruchung kann die Pflanze nur durch Aufwendung erheblicherer Mengen an festen Baustoffen nachkommen. Es entsteht durch das sogenannte sekundäre Dickenwachstum ein fester Hohlzylinder von meist dickwandigen Zellen, das Holz. Gleichzeitig wird die chemische und physikalische Beschaffenheit der Zellwände verändert, die dadurch wahrscheinlich gegenüber der Zellulose eine größere Starrheit gewinnen. Je älter der Baum wird, desto mächtiger wird der Holzkörper, so daß er schließlich nicht mehr einem Hohlzylinder, sondern einer kompakten Säule gleicht, bei der die Last auf den Querschnitt gleichmäßig verteilt ist. Zweifellos hat ja auch die Säule ihr Vorbild im Baumstamm, wie man noch heute in südlichen Ländern sehen kann und auch aus den plastischen Motiven altägyptischer Säulenkapitäle schließen darf.

Was die Baukonstruktion der Blätter anbelangt, so ist hier das Grundprinzip das des Regenschirmes, d. h. das grüne, weiche Blattgewebe ist zwischen den Blattrippen ausgespannt, wie der Stoff zwischen den Schirmspannen. Die Rippen selbst sind ähnlich gebaut wie die Stengel und Blattstiele. Schon letztere sind entsprechend ihrer Aufgabe meist nicht ringsgleich wie die Stengel, da sie ja hauptsächlich in einer Richtung beansprucht werden. Das Gleiche gilt für die Blattrippen, bei denen die zugfesten Teile oft auf der Oberseite gehäuft sind, die druckfesten aber auf der Unterseite polsterförmig vortreten, Einrichtungen, deren Bedeutung nach dem Gesagten ohne weiteres klar ist.

Es ist unmöglich, alle einzelnen Konstruktionspläne, die wir bei der Pflanze verwirklicht finden, hier durchzusprechen, schon weil manche ohne Abbildungen nicht gut zu veranschaulichen sind und vieles nicht genügend durchgearbeitet ist. Man hat vor allem nicht genug auf die Mitwirkung der flüssigen Zellbestandteile geachtet. Deshalb sei nur noch erwähnt, daß wir Gitterkonstruktionen bei Blattrippen und in

manchen holzlosen Stämmen, *Gewölbekonstruktionen* bei Samenschalen, Fruchsteinen und Nußschalen, *Wellblechkonstruktionen* bei Blättern, z. B. den zickzackförmig gefalteten Palmwedeln und bei den Zellwänden der dünnwandigen Blätter von Schattenpflanzen und bei Blütenblättern finden, daß in den pergamentartigen Kernhäusern der Äpfel und vielen Hülsen von Schmetterlingsblütlern die Fasern ähnlich gekreuzt sind, wie bei den zusammengeklebten Stoffbahnen in *Luftballonhüllen*. Man wird einen Begriff bekommen von der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Baupläne, nach denen die Pflanze je nach den Bedürfnissen für genügende Festigkeit sorgt. Ja, man sollte fast glauben, daß der Mensch noch von ihr lernen könnte, was die sparsame Verwendung des Baustoffes anbelangt. Ein Gebilde von der Festigkeit und Leichtigkeit eines Bambushalmes, einer Kokosnußschale läßt sich mit unseren Mitteln kaum herstellen. Das Zusammenwirken von zug- und druckfesten Stoffen zu Konstruktionen von hoher Formbeständigkeit finden wir etwa bei Eisenbetonbauten. Der Hohlzylinder als biegefestes Gebilde ist uns von Fabrikschornsteinen und Stahlrohren bekannt. Andere Übereinstimmungen sind oben nachgewiesen worden. Man kann also mit Recht sagen, daß die Pflanze ein bis ins kleinste fein „durchkonstruiertes“ Bauwerk ist.

Die alttertiären Primaten Europas.

Von Dr. Othenio Abel.

o. ö. Professor der Paläobiologie an der Universität in Wien.
(Schluß.)

Die Hoffnungen, die man auf die Entdeckung von Zwischentypen zwischen den beiden rezenten Gruppen der Primaten gesetzt hatte, haben sich leider bis jetzt nicht erfüllt. *Adapis* und *Notharctus* schließen sich unmittelbar an den Typus der madagassischen, *Neolemur* ebenso entschieden an die Affen, *Tarsius* und die außer-madagassischen Halbaffen an.

Daraus ergibt sich erstens die Schlußfolgerung, daß bis jetzt kein fossiler Primate bekannt ist, der als Stammform oder Angehöriger einer Stammgruppe aller rezenten Primaten angesehen werden dürfte, und zweitens, daß die madagassischen Halbaffen sowohl mit einem nordamerikanischen als auch mit einem europäischen fossilen Primaten des Alttertiärs engere genetische Beziehungen besitzen. Eine weitere, aber durchaus provisorische Schlußfolgerung, die jederzeit durch neue Funde umgestoßen werden kann, wäre, daß die Zeit der Trennung zwischen den beiden Gruppen der Primaten noch weiter zurückliegt als das untere Eozän und *vielleicht schon in die Kreideformation* fällt.

Auch in der Frage nach dem Verlaufe der *Carotis interna*, welche die Schädelbasis bei den verschiedenen rezenten Primatenstämmen in ver-

schiedener Weise durchbohrt, haben die alttertiären Primaten keinen befriedigenden Aufschluß gebracht. *Adapis* und *Notharctus* schließen sich enge an die madagassischen Halbaffen an, während sich *Necrolemur* in dieser Hinsicht wie die niederen *Platyrrhinen* Südamerikas verhält.

Weitere wichtige Unterschiede betreffen das Vordergebiß der Primaten. Gemeinsam ist allen der Verlust eines Schneidezahnnpaares im Zwischenkiefer und im Unterkiefer. Je nach der Spezialisierung der Schneidezähne lassen sich aber unter den Primaten drei Typen scharf voneinander unterscheiden.

Der erste Typus ist bei den Affen ausgebildet. Hier greifen die Vorder- und Eckzähne, wie z. B. bei den Raubtieren, derart ineinander ein, daß der untere Eckzahn vor dem oberen zu stehen kommt, und ein weiteres Kennzeichen dieses Typs,



Fig. 7. Schädel eines Hundsaffen: Bärenpavian (*Papio porcarius* Bodd.) aus Südafrika. Erwachsener Männchen (nach M. Weber).



Fig. 8. Schädel des Koboldmakis (*Tarsius spectrum*), von vorne gesehen (nach H. Burmeister).

den man als „normal“ zu bezeichnen pflegt, ist die Verstärkung des Eckzahns im Vergleich mit den vor und hinter ihm stehenden Nachbarzähnen (Fig. 7). Auch der Gebißtypus von *Tarsius* (Fig. 8) schließt sich dem Affentypus an.

Der zweite Typus ist durch die eigenartig spezialisierte Gattung *Chiromys* vertreten. Oben und unten ist nur je ein Zahnpaar im Vordergebiß vorhanden (Fig. 9), und zwar sind die unteren Vorderzähne wahrscheinlich die Homologa der unteren Eckzähne der Affen. Der untere Eckzahn ist also in Wechselwirkung zu einem oberen Schneidezahnpaar getreten.

Der dritte Typus wird durch die übrigen Halbaffen (also mit Ausnahme von *Tarsius* und *Chiromys*) gebildet. Hier sind die unteren Schneidezähne gemeinsam mit dem unteren Eckzahn sehr

schräg eingepflanzt und bilden dadurch eine Art Kamm. Der obere Eckzahn findet aber seinen Gegenpart im Unterkiefer nicht in dem unteren Eckzahn, sondern in dem hinter ihm eingreifenden vordersten Prämolaren des Unterkiefers.

Diese Spezialisierung ist so eigenartig, daß, wie *Stehlin* dargelegt hat, an eine Ableitung des Affengebisses vom Halbaffengebiß nicht mehr gedacht werden kann. Dagegen ist es möglich, daß der *Chiromystypus* auf einen primitiven, affenähnlichen Typus zurückgeht. Es ist ganz unmöglich, daß der bei den Affen verstärkte Eckzahn des Unterkiefers an die Stelle des verstärkten Prämolaren des Unterkiefers getreten ist. Wir müssen annehmen, daß beide Typen, die Affen einerseits und die Halbaffen andererseits, zwei divergente Stammeslinien darstellen, die sich schon in sehr früher Zeit von einem gemeinsamen Urtamme aus getrennt haben.

Daß von diesem Urtamme aus zuerst die Abzweigung der südamerikanischen *Platyrrhinen* und erst später die Abzweigung der *Katarrhinen* erfolgte, scheint durch Befunde wahrscheinlich zu werden, die *H. Bluntschli* an den Nägeln der zweiten Zehe von *Platyrrhinen* Affen feststellen konnte. An dem Nagel der zweiten Fußzehe einiger *Platyrrhinen* tritt nämlich eine auffallende Ähnlichkeit mit der Krallen der Halbaffen zutage, ein bisher für die Halbaffen als sehr be-



Fig. 9. Schädel von *Chiromys madagascariensis*, $\frac{3}{4}$ nat. Gr. (nach M. Weber).

zeichnend angesehenes Merkmal. Wir werden daraus den Schluß ziehen dürfen, daß die gemeinsame Stammgruppe der *Platyrrhinen* und der Halbaffen eine bekrallte zweite Zehe besessen hat und daß dieses Merkmal erst relativ spät bei den Affen in Verlust geraten ist.¹⁾

Die vergleichenden Untersuchungen der Säugetierfaunen Nordamerikas und Europas haben uns in viele Fragen, die früher dunkel geblieben waren, in der letzten Zeit einiges Licht gebracht,

¹⁾ Gelegentlich eines Besuches des anatom. Institutes in Frankfurt a. M. am 23. November 1917 konnte ich mich an dem mir vom Kollegen *H. Bluntschli* freundlichst demonstrierten Untersuchungsmaterial von der Richtigkeit dieser wichtigen Tatsache überzeugen. Wahrscheinlich war die Funktion der zweiten Zehenkrallen die einer „Putzkrallen“. (Anmerkung während des Druckes.)

und wir sind heute eher imstande, über die Wanderungen, den Faunenaustausch und die Unterbrechung desselben ein Urteil zu gewinnen, als dies noch vor etwa zehn Jahren möglich war. Wir wissen heute, daß zwischen Europa und Nordamerika im Untereozän eine Landverbindung bestanden haben muß, die den Austausch von Formen ermöglichte; diese Landverbindung muß ungefähr zu Beginn des Mitteleozäns unterbrochen worden sein. Um dieselbe Zeit erfolgte in Europa eine Neueinwanderung von Formen, die aber nicht amerikanischer Herkunft sind; dann beginnt eine Periode steter, ruhiger und selbständiger Entwicklung der europäischen Säugetierstämme während des Mittel- und Obereozäns. Erst mit dem Beginn des Oligozäns muß wieder eine Landverbindung mit Nordamerika hergestellt worden sein, da wir in dieser Zeit deutliche Beweise für einen Austausch zwischen den Landsäugetierstämmen beobachten können. Zwischen Nord- und Südamerika bestand eine Landverbindung im unteren Eozän, doch dürfte diese schon nach kurzer Zeit unterbrochen worden sein; nur sehr alttertümliche Typen sind in Südamerika eingewandert und haben sich dort durchaus selbständig weiter entwickelt. Erst im Pliozän wird diese Verbindung mit Südamerika wieder hergestellt, so daß die Welle der nordamerikanischen Säugetierfauna nach dem Süden abfluten und ganz Südamerika überschwemmen konnte.

Prüfen wir nunmehr das Verhalten der tertiären Primaten, so zeigt sich, daß die Ergebnisse dieser Untersuchungen nicht in Widerspruch mit den Resultaten stehen, die auf Grund der Vergleiche der anderen Säugetiere gewonnen worden sind. Freilich haben sich die in früherer Zeit vertretenen Ansichten von der Übereinstimmung einzelner Gattungen im Eozän Nordamerikas und Europas als hinfällig erwiesen, aber es bestehen zweifellos engere Beziehungen zwischen den untereozänen Gattungen Nordamerikas und Europas. Die im Untereozän eingewanderten Formen haben sich offenbar längere Zeit hindurch unabhängig voneinander sowohl in Nordamerika als in Europa selbständig weiterentwickelt; daraus erklärt sich beispielsweise das Vorhandensein von Ähnlichkeiten zwischen den mitteleozänen Gattungen *Anchomomys* (Mittel- und Obereozän Europas) und *Omomys* (Unter- und Mitteleozän Nordamerikas), von *Nannopithecus* (Mitteleozän Europas) und *Washakius* (Obereozän Nordamerikas) sowie von *Pseudoloris* (Obereozän Europas) und *Tetonius* (Obereozän Nordamerikas).

Die ruhige Entwicklung der Primatenstämme des europäischen Mitteleozäns geht aus den Formenreihen hervor, die sich innerhalb der Gattungen *Adapis* (Fig. 10) und *Necrolemur* (Fig. 11) nachweisen lassen.

Ein sicherer Beweis für einen Formenaustausch der Primaten Europas und Nordamerikas während der Untereozänzeit ist bis jetzt nicht zu

erbringen gewesen. Dieses Ergebnis ist keineswegs geeignet, die auf Grund der Vergleiche anderer Säugetiergruppen gezogenen Schlußfolgerungen über den Haufen zu werfen; wir wollen der Frage nach dieser auffallenden Erscheinung etwas näher treten.

Wir dürfen nicht glauben, daß der Nachweis eines Austausches gewisser Landsäuger zwischen Nordamerika und Europa unbedingt auch schon

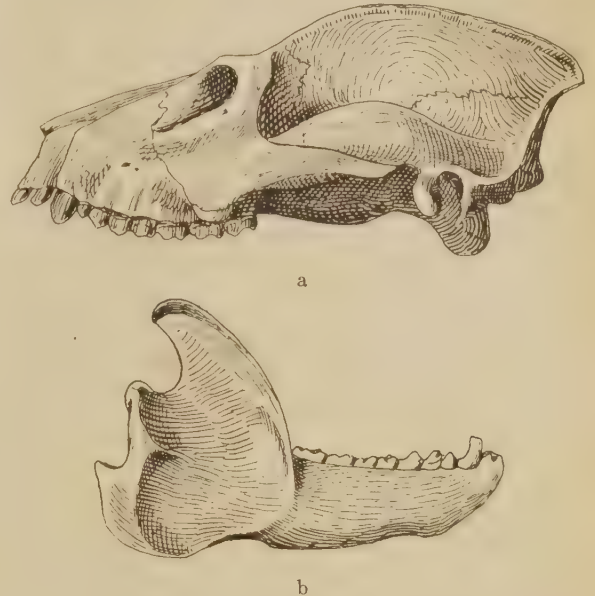


Fig. 10. Schädel (Fig. 10 a) und Unterkiefer (Fig. 10 b) von *Adapis parisiensis* Blainv. — Aus den Phosphoriten des Quercy in Frankreich (nach H. G. Stehlin). — Im ganzen sind bis jetzt etwa 20 Schädel von dieser Art bekannt.

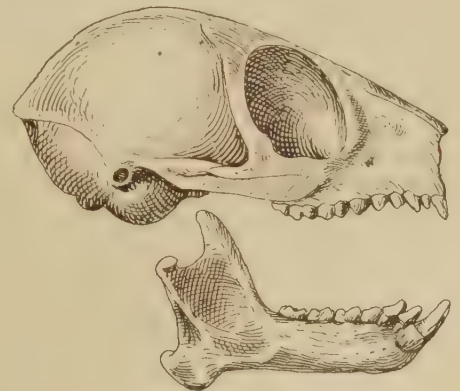


Fig. 11. Schädel und Unterkiefer von *Necrolemur antiquus*, Filhol; aus den Phosphoriten des Quercy in Frankreich (nach H. G. Stehlin, 1916). — Im ganzen sind bis jetzt 6 Schädel von dieser Art bekannt.

zur Folgerung berechtigen würde, daß es auch den Primaten möglich gewesen sei, auf dieser Landbrücke hin- und herzuwandern.

Daß bei der Herstellung derartiger Landbrücken sehr häufig nur einzelne Elemente einer Fauna hinüber und herüber wandern, zeigt sehr deutlich die geographische Verbreitung der Säugetiere.

tiere im Indomalayischen Archipel, wo sich die Marsupialier und die Placentaler zum Teile auf einzelnen Inseln vermischen, ohne daß es zu einem lückenlosen Austausch der Gesamtfauna kommt. Ebenso sind auch über die untereozeäne Brücke zwischen Nord- und Südamerika keineswegs alle nordamerikanischen Säugetiere nach dem Süden ausgewandert. Eine große Gruppe, die der Raubtiere, hat den Auswandererzug von Norden nach Süden merkwürdigerweise nicht begleitet, und daher haben die Raubtiere im Tertiär Südamerikas bis zur Wiederherstellung der Landbrücke im Pliozän gänzlich gefehlt. Wenn an dem Faunenaustausch zwischen Nordamerika und Europa die Primaten nur auf Umwegen teilgenommen zu haben scheinen, so liegt dieser Grund vielleicht in einer zu hoch im Norden befindlichen Lage dieser Landverbindung, vielleicht auch in einem Vegetationscharakter der Brücke, der den Primaten den Faunenaustausch erschwerte oder unmöglich machte. Es macht eher den Eindruck, als ob sowohl die nordamerikanischen als die europäischen alttertiären Primatenfauna von einem gemeinsamen Entwicklungsherd aus in die beiden Gebiete gelangt sei; als ein solcher Entstehungsherd käme am ehesten Asien in Betracht, von wo aus die Besiedelung Europas einerseits und Nordamerikas andererseits erfolgt sein könnte.

In Nordamerika fällt die Blüte der Primaten ebenso wie in Europa in das Mitteleozän. Während aber in Europa noch im Mitteleozän eine neue Einwandererwelle von Primaten und diesmal sicher nicht aus Nordamerika vordringt, die sich noch in das Obereozän fortsetzt, aber das Oligozän nicht mehr erlebt, fehlt eine derartige neue Einwanderungswelle in Nordamerika. Hier entwickelt sich zwar der im Untereozän vorhandene Bestand an Primaten im Laufe des Mitteleozäns zur Blüte, verwelkt aber sehr rasch, geht schon gegen Beginn des Obereozäns sichtlich zurück, und im Untar ist überhaupt nur mehr ein einziger Vertreter, „*Notharctus*“ *uintensis*, bekannt, der letzte Vertreter des Primatenstammes auf nordamerikanischem Boden. Das ganze Bild der Verbreitung und Verteilung der Primaten zur Alttertiärzeit zeigt, soweit wir aus den bisherigen Daten Schlußfolgerungen abzuleiten berechtigt sind, daß die Besiedelung Europas und Amerikas von einem uns unbekannten Entwicklungszentrum ihren Ausgang genommen hat, das wahrscheinlich in Asien zu suchen ist.

Das Fehlen der Primaten in Südamerika in älteren Ablagerungen als miozänen ist wohl nur auf Rechnung der Lückenhaftigkeit der geologischen Überlieferung zu setzen. Primatenreste sind schon in der ältesten säugetierführenden Ablagerung Südamerikas, den *Notostylopsschichten*, bestimmt zu erwarten und liegen vielleicht sogar schon, noch nicht oder unrichtig bestimmt, unter den zahlreichen Knochenfunden aus dieser Zeit in den Sammlungen vor. Für eine spätere Einwanderung der Primaten

nach Südamerika von einem anderen Gebiete als Nordamerika, etwa über den antarktischen Kontinent aus Afrika, sind bis jetzt nicht die geringsten Anhaltspunkte vorhanden.

Die *Platyrrhinen* sind eine spezifisch südamerikanische Primatengruppe, die sich absolut unabhängig von allen anderen Affen aus einer primitiven, gemeinsamen Wurzel entwickelt hat. Die Primatenreste, die wir aus dem Miozän Südamerikas kennen, gehören, soweit sie genauer untersucht sind, unbedingt zu den *Platyrrhinen*, und zwar ist der vielgenannte *Homunculus patagonicus* sicher ein Vertreter der Familie der *Cebiden*, die also schon zur Miozänzeit sozusagen „fertig“ gewesen sind.

Nun könnte vielleicht von Fernerstehenden eingewendet werden, daß alle diese Schlußfolgerungen doch etwas zu weit gehen und daß wir heute kaum berechtigt sind, ein derart präzises Urteil zu fällen. Ich erinnere aber an das, was ich schon früher über die Zahl der bisher bekannten Arten und Gattungen der alttertiären Primaten gesagt habe. Wenn auch die Zahl der unterschiedenen Arten und Gattungen fossiler Tiere nicht immer ein zuverlässiges Bild von ihrem wirklichen einstigen Formenreichtum zu geben vermag, so muß doch hervorgehoben werden, daß die vereinten Bemühungen der europäischen und nordamerikanischen Forscher uns durch neue, kritische Studien über die Unterschiede der einzelnen Formen in den Stand gesetzt haben, über die unterschiedenen etwa 63 Arten alttertiärer Primaten doch schon jetzt ein gewichtigeres Urteil über diese Fragen abzugeben, als dies noch vor einigen Jahren möglich war. Eine Aufzählung der bisher beschriebenen Arten und Gattungen wäre zwecklos, da an eine Mitteilung über ihre Unterschiede hier nicht gedacht werden kann, und ich verweise diesbezüglich auf die Arbeiten von *H. G. Stehlin* und *W. K. Gregory* aus den beiden letzten Jahren (1915 und 1916). Sollte sich auch manches, was in diesen Arbeiten als Frucht der Untersuchungen über eine relativ so große Zahl von Formen niedergelegt ist, durch neue Funde als verbesserungsbedürftig oder unrichtig erweisen, so darf man doch andererseits nicht vergessen, daß es stets unsere Pflicht ist, die momentan erreichbaren Schlußfolgerungen übersichtlich zusammenzufassen und dem Gesamtbilde von der Vorgeschichte der Tierwelt einzufügen.

Eine sehr wichtige Frage ist die nach der Bedeutung der alttertiären Primaten für die Phylogenie des ganzen Stammes.

Die Hoffnung, daß sich unter den zahlreichen Arten der nordamerikanischen und europäischen Primaten Formen nachweisen lassen werden, die uns den Weg zeigen könnten, auf dem sich die Affen und mit ihnen die Menschen entwickelt haben, ist leider nicht in Erfüllung gegangen. Sämtliche 60 Arten aus dem Eozän gehören zu der Gruppe der *Lemuroidea* oder Halbaffen, ohne daß

sich auch nur die geringste Andeutung einer Zwischenform zwischen ihnen und den Platyrrhinen einerseits und den Katarrhinen anderseits gefunden hätte. Man hat in den freilich sehr dürftigen Resten von *Anchomomys* und *Omomys* kaum einen zwingenden Anhaltspunkt zur Annahme einer engeren Verwandtschaft dieser beiden Halbaffengattungen zu den Affen; wenn auch die Anordnung des Prämolarenabschnittes des Gebisses mit jener der Platyrrhinen übereinstimmt, so ist dies noch lange kein Beweis für eine engere Verwandtschaft, da ja die primitivsten Vertreter des Affenstammes jedenfalls im Gebisse ein Stadium durchlaufen haben müssen, das ungefähr den bei *Anchomomys* und *Omomys* zu beobachtenden Verhältnissen entsprechen würde. Nach allem, was uns die morphologische Erforschung der rezenten und der fossilen Primaten gelehrt hat, stellen die Halb-

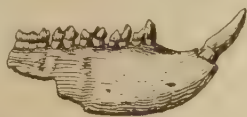


Fig. 12. Unterkiefer von *Plesiadapis* Daubréei, Lem.; aus dem unteren Eozän (Yprésien) der Gegend von Eprenay in Frankreich, $\frac{3}{4}$ nat. Gr. (nach Lemoine).

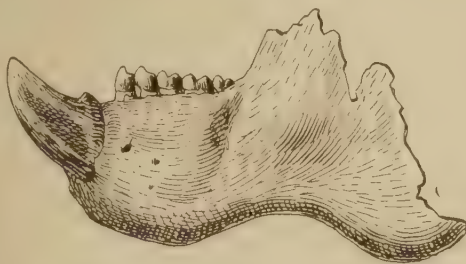


Fig. 13. Unterkiefer von *Chiromyoides* campanicus, Stehlin; aus dem untersten Eozän (Thanétien) von Cernay bei Reims, Frankreich (nach H. G. Stehlin).

affen in dem durch die heute bekannten Formen gegebenen Umfange eine Gruppe dar, die sich vollständig unabhängig der Gruppe der Affen an die Seite stellt. Die Spezialisierung der eozänen Gattungen unter den Halbaffen ist übrigens, wie die fossilen Funde lehren, sehr divergent verlaufen. Mehrere Gattungen, wie *Plesiadapis* (Fig. 12), *Chiromyoides* (Fig. 13), *Amphichiromys* und *Heterochiromys*, zeigen uns verschiedene Stufen auf dem Wege zum Anpassungstypus der lebenden Gattung *Chiromys* (Fig. 9), ohne aber deshalb zwingenderweise als Glieder einer geschlossenen Ahnenkette angesprochen werden zu dürfen. Stehlin, der diese Formen sehr eingehend studiert hat, vermeidet mit Recht, sie in eine geschlossene Gruppe zusammenzufassen, wie dies gewiß sehr viele andere Forscher getan hätten, die sich noch immer von Konvergenzerscheinungen und Parallelismen zur Aufstellung künstlicher systematischer Gruppen verleiten lassen, die sich dann bei genauerer For-

schung als „polyphyletisch“, d. h. als unnatürlich erweisen müssen.

Daß wir aber namentlich im Alttertiär und zwar im frühen Eozän Nordamerikas noch Funde von primitiven Primaten erwarten dürfen, die uns deutlicher den Weg zeigen könnten, auf dem die Platyrrhinen entstanden sind, steht aus dem Vorkommen der jedenfalls schon im Früheozän von Norden nach Süden ausgewanderten Platyrrhinen Südamerikas außer Zweifel. Ich meine jedoch, daß, so wertvoll auch diese Funde wären, sie uns in der Frage nach dem Stammtypus der Katarrhinen kaum wesentlich weiter bringen würden. Die Entstehung der Katarrhinen ist aller Wahrscheinlichkeit nach außerhalb Nord- oder Südamerikas und wahrscheinlich auch außerhalb Europas erfolgt.

Die ältesten Affen, die der Gruppe der Katarrhinen einzureihen sind, wurden vor wenigen Jahren im Oligozän Ägyptens gefunden. Es sind dies leider nur einzelne Unterkieferreste, aber schon diese sind in morphologischer Hinsicht von großer Bedeutung. Sie sind von M. Schlosser unter dem Namen *Moeripithecus*, *Parapithecus* und *Propliopithecus* beschrieben worden und haben großes Aufsehen hervorgerufen. Der Gebißtypus von *Parapithecus* entspricht einem indifferenten Urzustand mit kaum stärker hervortretendem Eckzahn, wie wir dies für die Ahnenform der Affen voraussetzen müssen. Vielleicht sind auch diese Gattungen nur periphere Ausläufer des Hauptstammes der Primaten. Es scheint kaum, daß die Urheimat der Primaten in Afrika zu suchen ist; am wahrscheinlichsten bleibt noch immer ihre Herkunft aus Asien, das wir vorläufig als die eigentliche Urheimat des Affen- und Menschengeschlechtes betrachten dürfen, die eine Savannenwaldgegend gewesen sein dürfte. Gerade hier haben uns aber die Fossilfunde einstweilen gänzlich im Stich gelassen.

Man hat meist die Ansicht vertreten, daß die Menschen in einem tropischen Klima entstanden sind; W. D. Matthew hat in seiner schönen und inhaltsreichen Studie „Climate and Evolution“ (1915) diese Ansicht bekämpft. Auch ich halte sie für unrichtig. Gewiß war das Klima der Urheimat der Menschen, wenn es auch in Zentralasien lag, wesentlich wärmer als heute. Frühzeitig scheint sich jedoch in Zentralasien ein Steppenklima eingestellt zu haben und es läßt sich diese Vermutung durch eine Reihe von Argumenten stützen. Im Miozän kommen zuerst in Gestalt von Gazellen usw. schwache Ausstrahlungen dieser mehr und mehr sich an das Steppenklima anpassenden Elemente der späteren „Pikermifauna“ nach der mitteleuropäischen Inselwelt; mit dem Einsetzen des Pliozäns breitet sich das Steppenklima und damit die an dasselbe angepaßte „Pikermifauna“ (nach dem berühmten Vorkommen von Pikermi in Attika genannt) über einen größeren Teil von Europa aus und dringt auch nach Afrika vor, wo sich noch heute die

letzten, freilich weiter spezialisierten Reste dieser Pikermifauna asiatischen Ursprungs vorfinden. Dann muß wohl eine weitere Verschlechterung des zentralasiatischen Steppenklimas eingetreten sein. Von da an kommen immer neue Wellen nach Europa, *alle von Osten*; die letzten Wellen dringen in der Eiszeit gegen Europa vor und mit diesen erscheint hier *zum ersten Male der Mensch*. Früher haben wir uns durch die „Eolithen“ vielfach zu der, wie ich glaube, heute nicht mehr haltbaren Hypothese verführen lassen, daß der Mensch schon im Tertiär auf dem Boden Europas lebte. Er hat sich zu dieser Zeit, wie es scheint, noch in Asien aufgehalten und ist höchstens in Gestalt vereinzelter Vortrupps, aber nicht in größeren Herden, nach Europa vorgedrungen. Die geistige Entwicklung des Menschen spricht ganz entschieden dafür, daß er *in hartem Kampfe mit der Außenwelt* und nicht in einem tropischen oder gemäßigten, sondern *in einem rauhen Klima von Steppencharakter*¹⁾ zum aufrechtgehenden „Menschen“ wurde. Schon in früher Zeit mögen Abwanderungen weichlicherer Menschenstämme nach wärmeren Gegenden begonnen haben; je später diese Abwanderungen stattfanden, desto höhere *Spezialisationsgrade* werden diese abgehärteteren Auswanderertrupps erreicht haben. Bei der Entstehungsgeschichte der Primaten und ihrer verschiedenen Stämme spielt die Frage nach dem Klima und nach den allgemeinen Lebensbedingungen eine viel größere Rolle, als man früher anzunehmen geneigt war. Aber diese Erörterungen führen uns schon tief in das Gebiet der Spekulation. Hoffen wir, daß uns eines Tages ebenso glückliche Funde, wie sie bis jetzt aus Europa und Nordamerika vorliegen, endlich einmal auch aus dem Tertiär Asiens Licht auf diese Fragen der Stammesgeschichte werfen werden, die zwar bezüglich der Herkunft und Abstammung des Menschen in den grössten Zügen bereits geklärt ist, in ihren *Einzelheiten* aber noch immer in tiefem Dunkel liegt.

Besprechungen.

Kohlschütter, V., *Die Erscheinungsformen der Materie. Vorlesungen über Kolloidchemie.* Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. X, 355 S. Preis geh. M. 7.—, geb. M. 8.—.

In dem vorliegenden Buche hat Kohlschütter den wesentlichen Inhalt einer Vorlesung über Kolloidchemie wiedergegeben und die Erfahrungen, welche er bei der Vorlesung machte, mitverwertet. Verfasser betrachtet sein Buch selbst als *Einführung* in die Kolloidchemie, nicht aber als Lehrbuch und hat dementsprechend auch keine Zitate gebracht und auch nicht überall die Autoren genannt, deren Gedankengänge oder deren Versuchsergebnisse er verwertet hat.

Entsprechend seiner Aufgabe, eine gemeinverständ-

liche Einführung in die Kolloidchemie zu schreiben, hat Verfasser in den ersten sieben Abschnitten vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus allgemeine Betrachtungen über die Erscheinungsformen der Materie, die Aggregatzustände, ihre Beziehungen zueinander, über Moleküle, Grenzflächenerscheinungen und die dispersen Systeme gegeben. Daran schließen sich zehn Abschnitte über die Kolloide selbst; auch hier wird mehr das Allgemeine an einzelnen Beispielen erläutert, ohne daß eine nähere Beschreibung bestimmter Systeme als typische Beispiele erfolgt, die nach Auffassung des Referenten dem Uneingeweihten erst klare Begriffe von den in Betracht kommenden Systemen zu geben vermag.

Sehr interessant ist die erste Vorlesung über Erscheinungsformen der Materie. Verfasser weist zunächst auf die ungeheure Mannigfaltigkeit der uns umgebenden Körperwelt hin und versucht dann, eine Erklärung derselben zu geben. Nicht die große Zahl der chemischen Verbindungen bedingt die Mannigfaltigkeit: im Gegenteil, die Natur macht einen recht spärlichen Gebrauch von der theoretisch gegebenen Möglichkeit, durch Atomverkettung eine beinahe unbegrenzte Zahl von chemischen Verbindungen gewinnen zu können. Von vielen Tausenden der möglichen Hydroxylverbindungen des Tetradekans kennt man eine einzige; mit den meisten anderen organischen und anorganischen Verbindungen liegt es ähnlich. So findet sich der Phosphor im Mineralreiche nur in Gestalt weniger Salze der Phosphorsäure; der Stickstoff in der Atmosphäre als Element und daneben in Form von wenigen Verbindungen wie Salpetersäure, salpetrige Säure usw.

Das, was die Mannigfaltigkeit der uns umgebenden Körperwelt bedingt, ist weniger die Zahl der chemisch isolierbaren Stoffe als die Art ihrer Aggregation, ihrer gegenseitigen Durchdringung. Die chemische Substanz H_2O tritt uns in der Luft verteilt unsichtbar als Wasserdampf und in den verschiedenen Stadien der Kondensation als Nebel, Regen, fallender Schnee entgegen; der letztere erscheint dem Bergsteiger wieder in den verschiedensten Formen als wollig, klebrig, pulvrig, körnig, als Harsch oder Firn.

Eine ähnliche, aber noch viel größere Mannigfaltigkeit begegnet uns bei den feinst zerteilten Substanzen, bei den Kolloiden. Hier sind die Erscheinungsformen noch viel mannigfaltiger, und die Ursachen der Verschiedenheiten versteckt und schwerer zu erkennen.

Fein disperse Gebilde erscheinen fast wie allotrope Modifikationen, kolloide Gemenge zeigen mancherlei Eigenschaften chemischer Verbindungen und sind vielfach für solche gehalten worden. Hier versagen die älteren Methoden der Chemie und neue, der Kolloidchemie angehörige, mußten gefunden werden, um das Wesen dieser Gebilde zu ergründen.

„Die verschiedene Zerteilung und Zusammenfassung des Stoffes ist für die Natur das Mittel, um über die Variation der stofflichen Qualität hinaus jene Fülle von Erscheinungsformen der Materie hervorzubringen, die wir mit einer lediglich chemischen Betrachtungsweise uns nicht verständlich zu machen vermögen.“

Das wichtigste Merkmal der Erscheinungsform sieht der Verfasser in der Art, wie eine gegebene Masse definierter Materie den Raum erfüllt und gegen ihre Umgebung abgegrenzt wird. In der Tat ist hier ein bedeutsames Moment hervorgehoben; die Kolloidforscher, Physiker sowohl wie Chemiker, sind zurzeit eifrigst bestrebt, diesen Teil der Kolloidwissenschaft weitgehendst auszubauen zu einer Strukturlehre, oder,

¹⁾ O. Abel, Zwei neue Menschenaffen aus den Leithalkalkbildungen des Wiener Beckens. — Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. CXI, 1902, S. 1206.

wenn man will, zu einer „Lehre von den Erscheinungsformen der Kolloide“; diese bildet die wesentliche Grundlage sowohl für die Kolloidphysik wie für die spezielle Kolloidchemie.

Die zehn Abschnitte, welche die Kolloide selbst betreffen, lassen das Bestreben des Verfassers erkennen, den Gegenstand wahrheitsgetreu darzustellen. Es ist schade, daß Verfasser sich der vielfach gebrauchten aber wenig zutreffenden Einteilung in Suspensions- und Emulsionskolloide angeschlossen hat. Durch diese Ausdrücke wird der Anschein erweckt, als ob der Aggregatzustand der zerteilten Materie für die Eigenschaften der betreffenden Systeme wesentlich wäre.

Man hat frühzeitig die Unterschiede im Verhalten von reinen Metallkolloiden und solchen der Eiweißgruppe erkannt; anfänglich vermutete man, daß der Unterschied in Verschiedenheiten des Zerteilungsgrades bestünde, derart, daß die Eiweißlösung den gelösten Stoff als Moleküle enthalte, die kolloiden Metallösungen aber in viel gröberer Zerteilung, den Suspensionen nahestehend (daher der Ausdruck Suspensionskolloide).

Als durch die Ultramikroskopie und Ultrafiltration der Nachweis erbracht wurde, daß im Grade der Zerteilung kein wesentlicher Unterschied vorhanden ist (die Eiweißlösungen enthalten vielfach gröbere Teilchen als die Metallhydrosole), suchte man jenen Unterschied im Aggregatzustand der zerteilten Materie und nahm an, daß die Verschiedenheiten beider Typen von Solen darin bestehe, daß die Metallkolloide feste Teilchen, die Eiweißlösungen u. a. aber flüssige enthalten.

Das Verhalten von kolloidem Quecksilber (und von feinen Ölemulsionen [Emulsoide Wiegner]), das sich weitgehend dem der reinen Metallkolloide und nicht dem der Eiweißlösungen anschließt, beweist aber, daß auch in der Formart (Aggregatzustand) der zerteilten Materie nicht die Ursache der abweichenden Eigenschaften der genannten Systeme gefunden werden kann.

Die wahre Ursache der Unbeständigkeit der kolloiden Metalle gegen Elektrolytzusatz liegt vielmehr in Anziehungskräften zwischen den Metallteilchen¹⁾, deren Wirkung durch elektrische Ladungen kompensiert wird. Die Teilchen werden unter den verschiedensten Einflüssen leicht entladen und koagulieren dann.

Dies ist der Grund, warum sich die Metallkolloide (und auch viele Sulfide und Salze nach Art des Jodsilbers) nicht weitgehend konzentrieren lassen, im Gegensatz zu Eiweißlösungen und ähnlichem, die zu ihrer Beständigkeit elektrische Ladungen nicht nötig haben.

In dem Bestreben, den Suspensionscharakter der kolloiden Metalle u. a. möglichst vielseitig zu beweisen, haben sich manche Forscher zu einer ganz einseitigen, irreführenden Charakterisierung derselben verleiten lassen. So sollen mangelnde Oberflächenspannung und Viskosität die Metallkolloide den Suspensionen an die Seite stellen; dabei ist ganz übersehen worden, daß Eiweißkolloide und selbst echte kristalloide Lösungen in ebenso großer Verdünnung, wie wir sie bei reinen Metallkolloiden antreffen, untersucht, keinen merklichen Einfluß auf die Oberflächenspannung sowie auch auf die Viskosität des Mediums besitzen.

Es wäre sehr wünschenswert, wenn in Zukunft die Ausdrücke Suspensions- und Emulsionskolloide nicht mehr gebraucht und, wie es jetzt schon vielfach geschieht, durch voraussetzungslosere schon gebräuchliche Bezeichnungen wie lyophobe und lyophile Kolloide er-

setzt würden. Viel empfehlenswerter ist es jedoch noch, den speziellen Typus der Kolloide, den man eben im Auge hat, zu nennen. Eine Einteilung der Hydrosole in zwei Klassen ist noch lange nicht ausreichend, um der hier herrschenden Mannigfaltigkeit gerecht zu werden.

Im großen und ganzen kann Kohlschütters Buch zur Einführung in die Kolloidchemie als Werk eines gewissenhaften Schriftstellers bestens empfohlen werden.

R. Zsigmondy, Göttingen.

Meyer, St., und E. v. Schweidler, Radioaktivität. (Aus der Sammlung von Lehr- und Handbüchern: Naturwissenschaft und Technik in Lehre und Forschung, herausgegeben von K. T. Fischer.) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. XI, 561 S. und 87 Abbildungen. Preis geh. M. 24,—, geb. M. 26,—.

In der etwas mehr als zwei Dezennien umfassenden Entwicklung der radioaktiven Forschung sind noch keine Anzeichen für die Verminderung ihres überaus schnellen Tempos zu beobachten. Die resultierende Erkenntnis ging bis jetzt nicht nur in die Breite, sondern vor allem auch in die Tiefe, und von Zeit zu Zeit kamen eine oder mehrere prinzipiell neue Tatsachen zum Vorschein, die die Forschertätigkeit vor Verflachung schützten. Von besonderer Bedeutung für das Gebiet ist es dabei, daß die Entwicklung nicht etwa in der Richtung immer größerer Spezialisierung vor sich geht, sondern daß im Gegenteil die Berührungsfelder mit vielen Gebieten der Physik und Chemie und mit anderen Zweigen der Naturwissenschaften immer ausgedehnter werden. Es genügt, nur an die Tatsache zu erinnern, daß die wunderbaren neuesten Einblicke in die Struktur der Atome und namentlich in das Entstehen der Spektrallinien, die wir den theoretischen Forschungen von Bohr und von Sommerfeld verdanken, ihren Ausgangspunkt in der auf radioaktiven Tatsachen fußenden Idee des Rutherford'schen Kernatoms nahmen. Und nicht weniger bezeichnend ist die Tatsache, daß der zuerst auf Grund des chemischen Verhaltens der Radioelemente gebildete Begriff der Isotopie jetzt auch für gewöhnliche chemische Elemente von großer Bedeutung ist und eine gründliche Revision des fundamentalsten Begriffes der Chemie — des Elementbegriffes notwendig macht. Auch für manche Fragen der kosmischen Physik gewinnen radioaktive Gesichtspunkte in den letzten Jahren immer größere Bedeutung.

Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß sich alle paar Jahre ein Bedürfnis nach einem neuen Werke bemerkbar macht, das die Gesamtergebnisse des Gebietes bis in die neueste Zeit umfaßt. So ist das im Jahre 1913 erschienene grundlegende Werk von Sir Ernest Rutherford¹⁾, so unentbehrlich es auch heute noch für den Radiologen ist, z. B. in bezug auf die zuletzt genannten Fragen notgedrungen veraltet. Schon dieser Umstand genügt für den Fachmann, um das Erscheinen des neuen Buches von Meyer und v. Schweidler freudig zu begrüßen, um so mehr, als die Namen der Verfasser von vornherein erwarten ließen, daß es sich um ein durchaus gediegenes und wertvolles Werk handeln muß. Und diese Erwartung hat der Referent, der das Buch seit einem Jahre²⁾ ständig als Nachschlagewerk benutzt, völlig bestätigt gefunden.

¹⁾ Vgl. die Besprechung in dieser Wochenschrift 1913 S. 531.

²⁾ Obige Besprechung hat sich aus äußeren Gründen verzögert.

¹⁾ M. v. Smoluchowski, Physikal. Zeitschrift 17, 587; 1916.

Über die Anordnung des Stoffes, die von der bis jetzt meistens üblichen etwas abweicht, wird am besten die Aufzählung der Kapitelüberschriften aufklären: I. Historische Einleitung. II. Die Prozesse der radioaktiven Umwandlung. III. Die Prozesse der radioaktiven Strahlung. IV. Die Wirkungen der radioaktiven Strahlung. V. Maße und Meßmethoden. VI. Die radioaktiven Substanzen. VII. Die Radioaktivität in Geophysik und kosmischer Physik.

Es ist den Verfassern gelungen, in diesem Rahmen das ganze Gebiet der Radioaktivität auf einem verhältnismäßig engen Raum erschöpfend zu behandeln. In den sehr ausführlichen Literaturangaben findet man die gesamte radioaktive Literatur berücksichtigt, wobei die allermeisten wichtigen Arbeiten auch in dem Text verarbeitet wurden.

Schon diese Tatsache zeigt, daß es den Verfassern weniger darauf ankam, ein Lehrbuch für den Anfänger zu schreiben, als ein Handbuch zu schaffen für den Gebrauch des Fachmanns und ein Nachschlagewerk für alle diejenigen Forscher der Nachbargebiete, die sich schnell über diese oder jene Frage der Radioaktivität orientieren wollen. Eine Reihe von weiteren Hilfsmitteln dient demselben Zweck. So ist es sehr zu begrüßen, daß die praktisch wichtigen Fälle der Auswertung der Strahlung von radioaktiven Präparaten verschiedener räumlicher Ausdehnung in einem besonderen Paragraphen besprochen werden. Von großem Nutzen ist die ausführliche Zusammenstellung der Meßmethoden, die um so wertvoller ist, als man dort viele Apparate beschrieben findet, die in den Instituten der Verfasser ausgearbeitet worden sind und in früheren Werken nicht genügend berücksichtigt wurden. Sehr dankbar wird man den Verfassern dafür sein, daß sie die große Mühe nicht gescheut haben, die allgemeinen Formeln für die Bildung und Zerfall der Radioelemente bei ihren sukzessiven Umwandlungen für eine größere Zahl der wichtigsten Fälle numerisch auszuwerten und in übersichtlichen Tabellen zu vereinigen. (Gern hätte man da noch den Fall der Entstehung des aktiven Niederschlages der Radiumemanation in Gegenwart der letzteren, der für Radiumbestimmungen nach der Emanationsmethode von Wichtigkeit ist, und vielleicht auch die Bildung des Thorium C aus Thorium B gesehen.) Auch die übrigen Tabellen, deren Gesamtzahl 60 überschreitet, erleichtern sehr die Orientierung über die vielen Radioelemente und ihre Eigenschaften. Namen- und Sachregister umfassen über 40 Seiten.

Das Buch von Meyer und v. Schweidler stellt somit eine sehr wertvolle Bereicherung der radioaktiven Literatur vor und wird nicht nur jedem Fachmann, sondern auch vielen Jüngern anderer naturwissenschaftlichen Disziplinen große Dienste leisten.

K. Fajans, München.

Doehlemann, K., Grundzüge der Perspektive nebst Anweisungen. (Aus Natur und Geisteswelt Bd. 510.) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. IV, 104 S., 91 Fig. und 11 Abb. Preis M. 1,50.

Das Büchlein gibt den an sich etwas spröden Stoff der Darstellung der Perspektive in klarer und anschaulicher Form. Besonders lehrreich sind die beigegebenen Zeichnungen. Der mathematisch weniger geschulte Leser wird zunächst einige Mühe haben, sich einzuarbeiten, da der behandelten Materie entsprechend der Inhalt in der Sprache des Mathematikers vorgetragen wird. Allerdings ist diese hier so einfach gewählt und mit so geringen Voraussetzungen belastet, daß das

Studium des Büchleins auch dem völligen Laien ohne weiteres zugemutet werden darf, und daß es ihn gerade wegen dieser Form des Vortrages leicht zu klaren Begriffen und Vorstellungen führt. Die bemerkenswertesten Ergebnisse, die in Lehrsätzen zusammengefaßt sind, werden meist durch die beispielsweise Lösung von Aufgaben in ihrer Wichtigkeit auch für den praktischen Gebrauch deutlich gemacht.

Einleitend werden zwei verschiedene Arten von geometrischen Bildern besprochen, einmal das perspektivische Bild und dann der gerade Riß. Ersteres wird gewonnen durch den Schnitt der Sehstrahlen nach den einzelnen abzubildenden Objektpunkten mit einer Bildebene; der gerade Riß eines Gegenstandes dagegen ist das Bild, das ein von der Bildebene unendlich weit entfernter, auf diese in senkrechter Richtung schauender Beobachter erblickt (orthogonale Projektion). Durch zwei derartige Risse, den Grundriß und den Aufriß, kann ein Gegenstand und seine Lage im Raume bestimmt werden.

Nach diesen einleitenden Betrachtungen geht das Büchlein zu dem Hauptteil über, der Besprechung des perspektivischen Entwurfs. Zunächst wird die Konstruktion eines perspektivischen Bildes aus Grund- und Aufriß behandelt. Dabei werden die wichtigen Begriffe des Auges oder des Zentrums der Projektion und seiner orthogonalen Projektion auf die Bildebene, des „Haupt-“ oder „Augpunktes“, eingeführt. Die Strecke Auge—Augpunkt heißt dann die „Distanz“, und die zur Grundrißebene durch das Auge parallel gelegte Ebene wird „Horizontebene“ genannt, die die Bildebene in dem „Horizont“ schneidet. Mit Hilfe von sogenannten Perspektographen ist es möglich, die Perspektive aus Grund- und Aufriß mechanisch darzustellen.

Die Definition des Fluchtpunktes, der Flucht oder auch des Verschwindungspunktes einer Geraden führt zu einer Reihe von wichtigen Sätzen, deren Wirksamkeit sich uns fortwährend in der uns umgebenden Erscheinungswelt zeigt. Aus dem Vorgang des Sehens, der ja im wesentlichen eine Zentralprojektion ist, erklärt es sich z. B. leicht, warum die auf eine lange Strecke geradlinig verlaufenden Bahnschienen in einem Punkt zusammenzurücken scheinen oder warum die durch eine Wolkenlücke tretenden Sonnenstrahlen ebenfalls nicht einander parallel zu sein, sondern von einem Punkt zu kommen scheinen. Die Eigenschaften des Fluchtpunktes spielen in den weiteren Betrachtungen über die Zeichnung perspektivischer Bilder von Körpern eine wesentliche Rolle. Liegen die Gegenstände, die auf eine Bildebene perspektivisch abgebildet werden sollen, in einer zu dieser senkrechten Ebene, so nennt man letztere zweckmäßig Grundebene und die zur Bildebene senkrechten Geraden Tiefenlinien, deren Fluchtpunkt dann der Augpunkt ist. Er wird zu einem der wichtigsten Elemente für unsere perspektivische Darstellung. Sämtliche in der Grundebene gelegenen Geraden haben dann ihre Fluchtpunkte auf dem Horizont, insbesondere gehen die Bilder der beiden Geradenscharen, die mit der Grundlinie, dem Schnitt von Bild- und Grundebene einen Winkel von 45° einschließen, sämtlich durch die beiden „Distanzpunkte“, die auf dem Horizont zu beiden Seiten des Augpunktes von diesem um die Distanz entfernt liegen. Diese eben gegebenen Begriffe und Beziehungen werden bei der Lösung einer Reihe von Aufgaben verwertet; so wird z. B. das Bild eines Quadratnetzes (getäfelter Fußboden) oder eines

beliebigen Punktes oder eines Tiefenmaßstabes oder beliebiger geradliniger Figuren (sämtlich in der Grundebene gelegen) gezeichnet. Darauf wird zur Darstellung einfacher Körper, die sich auf der Grundebene erheben, übergegangen. Auch hier werden eine Reihe von wichtigen Aufgaben gelöst, z. B. die Darstellung eines rechtwinkligen Raumes, von Figuren in gleicher und verschiedener Tiefe eines Bildes usw. Nach der Behandlung schiefer Linien im Raum wird zu einer der Allgemeinheit besonders bekannten Art von Erzeugung perspektivischer Bilder übergegangen; es wird nämlich das Zustandekommen der Bilder in der photographischen Kammer besprochen. Die Photographien haben alle Eigenschaften perspektivischer Bilder; so kann sich z. B. die Wirkung des Fluchtpunktsatzes besonders bei Architekturaufnahmen recht störend bemerkbar machen (stürzende Linien). Der richtige Betrachtungsabstand für eine Photographie ist in der Regel die Länge der Brennweite; diese ist nämlich dann unsere oben definierte „Distanz“. Je nach der Wahl der Distanz ist die ästhetische Wirkung eines perspektivischen Bildes verschieden; immer aber muß auch das Bild aus dem richtigen Abstand betrachtet werden.

Da es mitunter vorkommt, daß bei der Konstruktion perspektivischer Bilder die dazu notwendigen Distanz- und Fluchtpunkte aus der zur Verfügung stehenden Zeichenfläche herausfallen, werden eine Reihe Verfahren angegeben, die die perspektivische Zeichnung auch bei unzugänglichen Distanz- und Fluchtpunkten ermöglichen.

Schließlich wird noch eine kurze Betrachtung über die perspektivische Abbildung des Kreises und über einfache Schattenkonstruktionen gegeben. Das Büchlein schließt mit einigen Bemerkungen über künstlerische Freiheiten, d. h. über Abweichungen von der strengen Perspektive, die der Künstler aus ästhetischen Gründen bewußt wählt.

Die Zeichnungen werden durch lehrreiche Abbildungen, die z. T. berühmte Gemälde darstellen, in ihrer Wirkung unterstützt. Nicht zum Nachteil des Büchleins würde es gewesen sein, wenn der Verfasser in seinen Ausführungen, die sich ja ganz auf den Vorgang des Sehens aufbauen, diesen auf Grund der modernen Anschauungen, wie man sie z. B. in v. Rohrs Arbeiten vertreten findet, ausführlicher dargestellt hätte. (Die Perspektive der Gemälde ist die des direkten Sehens.)

Noch erwähnt sei, daß in Fig. 30b die Gerade A' falsch eingezeichnet ist und daß die Größenverhältnisse in den Abbildungen 10 und 11 mit deren begleitenden Textworten nicht in Einklang zu bringen sind. Solche belanglosen Versehen können den Wert des Buches, dem eine weite Verbreitung zu wünschen ist, nicht schmälern.

W. Merté, Jena.

Sanden, Horst v., Praktische Analysis. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. XIX, 185 S. und 30 Abbildungen. Preis geh. M. 3,60, geb. M. 4,20.

In den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts hat die Entwicklung der Mathematik eine vorwiegend theoretische, spekulative Tendenz gehabt. Es gab viele Mathematiker, welche die Berührung mit den Anwendungen lieber vermieden als suchten. Der mathematische Hochschulunterricht, die Ausbildung der Oberlehrer, stand unter dem Zeichen der reinen Theorie, und die ausübende, angewandte Mathematik fristete ihr Dasein zumeist außerhalb der eigentlichen Zunft.

Gegen diesen Zustand hat, namentlich unter Führung von F. Klein, Göttingen, eine Gegenbewegung eingesetzt mit dem Erfolg, daß der angewandten Mathematik im Universitätsunterricht mehr und mehr Geltung verschafft wurde. Naturgemäß fehlt es bei dieser Entwicklung an Lehrbüchern über das Gebiet, und es ist daher zu begrüßen, daß im Verlage von Teubner als „Handbuch der angewandten Mathematik“, herausgegeben von H. E. Timerding, eine Sammlung von kurzen Lehrbüchern der angewandten Mathematik erscheint. Das vorliegende Büchlein stellt den ersten Band dieser Sammlung dar. Es ist aus dem, hauptsächlich von C. Runge eingerichteten Vorlesungsbetrieb über angewandte Mathematik in Göttingen heraus entstanden.

Praktische Analysis ist die Kunst, ein mathematisches Problem wirklich zahlenmäßig durchzuführen und zu beherrschen. Man kann ein solches Problem, etwa eine Aufgabe der Mechanik, im Sinne der allgemeinen Theorie vollständig gelöst haben, z. B. durch Zurückführung der Differentialgleichungen auf Quadraturen, und doch von einer Lösung im praktischen Sinne, d. h. einer mit gegebenem Grad genauen zahlenmäßigen Kenntnis des Resultates noch durch einen mühevollen Weg der numerischen Rechnung getrennt sein. Wie behandelt man mathematische Probleme rechnerisch? Welchen Weg hat man einzuschlagen, um mit möglichst geringem Aufwand zum numerischen Resultat zu gelangen? Wenn auch kein Geringerer als Gauß solchen Fragen seinen ganzen Scharfsinn zugewandt hat, so wird doch heute noch ihr Reiz von vielen übersehen. Das vorliegende Buch behandelt diese Fragen in anregender Form und von einem elementaren Standpunkt aus. Es wendet sich in erster Linie an die angehenden Oberlehrer, wird aber auch jedem Ingenieur, überhaupt jedem, der praktische Mathematik braucht, ein wertvoller Mentor sein. Trotz des geringen Umfanges und der überall gewahrten wissenschaftlichen Exaktheit ist der Inhalt sehr reichhaltig. Einem anfänglichen, lehrreichen Kapitel über Rechenschieber und Rechenmaschinen folgt die Behandlung der rationalen Funktionen, die Auflösung der Gleichungen n -ten Grades, Interpolation, numerische und graphische Integration und Differentiation usw. Den Schluß des Buches bilden Abschnitte über numerische und graphische Integration von gewöhnlichen Differentialgleichungen.

Ein angefügtes Literaturverzeichnis erleichtert es dem Leser, sich über die Fragen der praktischen Analysis weiter zu unterrichten.

R. Courant, Göttingen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu der Anregung:

Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten.

In Heft 14 der Naturwissenschaften vom 5. April 1918 regt Prof. Dr. Werner Magnus an, die im Felde gewonnenen Erfahrungen bei Gasangriffen im Kampf gegen landwirtschaftliche Schädlinge zu verwenden, und wünscht, es möchten ihm gelegentliche Beobachtungen über die Wirkung von Kampfgasen auf Pflanzen und Tiere mitgeteilt werden.

Solche Aufzeichnungen besitzen zweifellos einen gewissen wenn auch nur symptomatischen Wert. Doch wird es schwerlich möglich sein, über den gelegentlich wirksamen Konzentrationsgehalt eines Kampfgases ein Urteil zu bekommen. Gerade

dieser aber spielt bei der Verwertung der Beobachtungen eine ausschlaggebende Rolle. Soll ein Gas als Bekämpfungsmittel in der Landwirtschaft Verwendung finden, dann muß mit einer gewissen Menge von Volumprozenten gearbeitet werden, die eine Abtötung der Schädlinge herbeiführt, ohne die Pflanzen zu beeinträchtigen. Darüber haben schon die Amerikaner eingehende Untersuchungen angestellt, seit *Coquillett* 1886 Vergasungen mit Blausäure vorgeschlagen hat. Heute finden Räucherungen mit Blausäure namentlich in Kalifornien gegen eine ganze Reihe von landwirtschaftlichen Schädlingen weitgehende Verwendung.

Viel wertvoller als gelegentliche Beobachtungen unter mannigfachen Bedingungen, die meist nicht miteinander verglichen werden können, sind planmäßige Untersuchungen. Seit Anfang 1917 ist die K. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Neustadt a. Hdt. damit beschäftigt, den Wert von Gasen als Bekämpfungsmittel gegen landwirtschaftliche Schädlinge, namentlich gegen den Heu- und Sauerwurm, nach jeder Richtung hin unter Ausnützung der Kriegserfahrungen zu prüfen. Es werden fortlaufende chemische, zoologische, botanische und technische Versuche gemacht, damit auf breiter Grundlage ein sicheres Urteil gewonnen werden kann. Für diese Untersuchungen stehen Geldmittel zur Verfügung, wie sie bisher wohl noch für keine ähnliche Unternehmung ausgeworfen worden sind. Über die Ergebnisse wird nach Abschluß der Versuche ein umfangreicher Bericht erstattet werden. Eine Darstellung der Vorversuche im Frühjahr 1917 ist im „Weinbau der Rheinpfalz“, Nr. 8 vom 20. August 1917, und in der Zeitschrift für angewandte Entomologie, Bd. 4, Heft 2, 1918, erschienen. Es hat sich gezeigt, daß es möglich ist, unter gewissen Bedingungen die Schädlinge abzutöten, ohne die Reben zu schädigen.

Neustadt a. Hdt., den 19. April 1918.

Dr. F. Stelwaag.

Zur Theorie der Röntgen-Spektren.

Vorläufige Mitteilung.

P. Debye hat bekanntlich (Phys. Zs. 18, S. 276, 1917) die Emission der $K\alpha$ -Linie im Röntgen-Spektrum der Elemente auf Grund des Bohrschen Atommodells folgendermaßen erklärt: In allen Atomen (zum mindesten von der Ordnungszahl 11 an) existiert zunächst dem Kern ein einquantiger Ring von 3 Elektronen (K-Ring). Aus diesem Ring wird durch einen Absorptionsakt ein Elektron losgerissen und allein auf eine weiter außen liegende, zweiquantige Bahn („Anfangsbahn von $K\alpha$ “) gebracht, während sich der gesprengte K-Ring, infolge des Verlustes eines Elektrons, umgruppiert und zusammenzieht. Bei der Rückkehr des Systems aus diesem gesprengten Zustand in den ursprünglichen Normalzustand wird die Linie $K\alpha$ emittiert.

Vor kurzem hat L. Vegard (Verhandlg. der phys. Ges. 19, S. 328, 1917) die Debyesche Theorie auch auf die L-Serie angewandt und ist dabei zu dem Resultat gelangt, daß bei den höheren Elementen (zum mindesten von der Ordnungszahl 30 an) außer dem einquantigen K-Ring mit 3 Elektronen jedenfalls noch ein weiter außen gelegener zweiquantiger Ring (L-Ring) mit 7 Elektronen existiert. Ganz ähnlich wie $K\alpha$

wird die Linie $L\alpha$ emittiert, wenn ein Elektron aus dem L-Ring losgerissen, allein auf eine dreiquantige Bahn („Anfangsbahn von $L\alpha$ “) gebracht wird und von dort nach dem L-Ring zurückkehrt. Dabei ist zu beachten, daß nach der Debyeschen Theorie die „Anfangsbahnen“ nicht etwa mit den nächst höheren Ringen zusammenfallen, wie es die Kosselsche Vorstellungsweise verlangt, daß also z. B. die „Anfangsbahn von $K\alpha$ “ nicht etwa mit dem L-Ring identisch ist, sondern zwischen K- und L-Ring liegt.

Betrachtet man nur den K- und L-Ring, so kann man die beiden Möglichkeiten ins Auge fassen, daß entweder beide Ringe in einer durch den Kern gehenden Ebene liegen, oder daß sie eine von () verschiedene, quantenmäßig bestimmte Neigung gegeneinander besitzen.

In einer demnächst in den Annalen der Physik erscheinenden Arbeit haben wir für den Fall, daß K- und L-Ring in einer Ebene liegen, die Debye-Vegardschen Rechnungen für $K\alpha$ unter Berücksichtigung der gegenseitigen elektrischen Störungen zwischen K-Ring, L-Ring und „Anfangsbahn von $K\alpha$ “ durchgeführt und dabei gefunden, daß infolge der Störungen die von Debye konstatierte Übereinstimmung zwischen den berechneten und gemessenen Werten von $K\alpha$ vollständig verloren geht, und daß mit keiner Kombination von Elektronen-Zahlen in den beiden Ringen ein Erfolg zu erzielen ist.

Hält man also an der Debyeschen Anschauung fest, so kann man K- und L-Ring nicht in einer Ebene liegend annehmen. Macht man aber demnach die Voraussetzung, daß K- und L-Ring gegeneinander geneigt sind, so muß, wie es scheint, die Theorie durch Heranziehung der magnetischen Einflüsse vervollständigt werden. Da nämlich beide Ringe magnetische Felder erzeugen, so hat jeder Ring vermutlich die Tendenz, um die Feldrichtung des andern eine Präzessionsbewegung auszuführen, ähnlich wie bei dem Zeeman-Effekt des Bohrschen Modells (Debye, Sommerfeld). Diese Bewegung der beiden Ringe hat zur Folge, daß ihre Ladungen im Zeitmittel über Kugelflächen verteilt erscheinen. Werden die elektrischen Störungen schon durch die Neigung der Ringe vermindert, so tritt ersichtlich eine weitere Abschwächung ihrer Stärke ein durch die mittlere Verteilung der Ladungen über Kugelflächen. Zum Beispiel würde dann ein äußerer Ring auf einem inneren elektrisch entweder gar nicht oder nur sehr schwach wirken.

Ganz anders liegen hingegen die Verhältnisse, wenn man die Debyesche Vorstellung fallen läßt und im Anschluß an Kossel annimmt, daß die „Anfangsbahn von $K\alpha$ “ der L-Ring selbst ist, daß also $K\alpha$ bei der Rückkehr des abgesprengten Elektrons aus dem L-Ring in den K-Ring emittiert wird. Wie der eine von uns (Smekal) in einer der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Note des näheren ausführt, sind hier die elektrischen Störungen so gering, daß es innerhalb des von der Relativitätskorrektur nur noch unmerklich beeinflussten Intervalles (bis zur Ordnungszahl 20) ausgeschlossen zu sein scheint, eine eventuell vorhandene Neigung des K- und L-Ringes zu beurteilen. Die Möglichkeit hier zu ergibt sich erst bei Berücksichtigung der magnetischen Störungen.

Berlin, April 1918.

F. Reiche u. A. Smekal.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 21.

24. Mai 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ewald Hering. Von *Prof. Dr. C. Hess, München*. S. 305.

Übersichtliche Darstellung physikalischer Gemische durch Netzebenen. Von *Dr. E. Zschimmer, Jena*. S. 308.

Besprechungen:

Ramann, E., Bodenbildung und Bodeneinteilung. Von *P. Ehrenberg, Göttingen*. S. 312.

Schoenichen, W., Praktikum der Insektenkunde

nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten. Von *R. Heymons, Berlin*. S. 313.

Kemnitz, M. von, Das Weib und seine Bestimmung. Von *St. Oppenheim, München*. S. 314.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Das Chlorophyll als blutbildendes und belebendes Agens. Ueber die Nitratbildung in natürlichen Böden u. ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht. Meteoritenfall vom 3. April 1916. S. 315.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn

Von

Ewald Hering

Professor in Leipzig

Lieferung 1 mit 13 Textfiguren und 1 Tafel. 1905

Lieferung 2 mit 20 Textfiguren und 2 Tafeln. 1907

Lieferung 3 mit 32 Textfiguren. 1911

Preis jeder Lieferung M. 2.—

Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher auf geheftete 20%, auf gebundene 30%

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Bodenbildung und Bodeneinteilung (System der Böden)

Von

Dr. E. Ramann

o. ö. Professor an der Universität in München

Preis M. 4.60

(Siehe Besprechung in dieser Nummer.)

Bodenkunde

Von

Dr. E. Ramann,

a. ö. Professor an der Universität München

Dritte, umgearbeitete und verbesserte Auflage. — 1911

Anastatischer Neudruck

Mit 63 Textabbildungen und 2 Tafeln

Preis gebunden M. 28.—

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

24. Mai 1918.

Heft 21.

Ewald Hering.

Von Prof. Dr. C. Heß, München.

Unter den Physiologen des letzten halben Jahrhunderts hat keiner auf die Entwicklung seiner Wissenschaft einen so tiefgreifenden Einfluß geübt, wie *Ewald Hering*, der, nach einer 60jährigen wissenschaftlichen Tätigkeit von erstaunlicher Vielseitigkeit und Tiefe, am 26. Januar in Leipzig in seinem 84. Lebensjahre verschieden ist. Dem Fernerstehenden ist *Herings* Name wohl hauptsächlich in Zusammenhang mit der Farbenlehre bekannt geworden; der mit der Physiologie Vertraute begegnet auf den mannigfachsten Gebieten, der Lehre vom Raumsinn, vom Sehen mit zwei Augen, vom Temperatursinn, in der Muskel- und Nervenphysiologie, der Lehre von Atmung und Kreislauf, von den Funktionen der Leber, von den Beziehungen zwischen Leib und Seele, nicht nur dem Namen *Herings*, sondern, neben umfassenden sorgfältigsten Experimentaluntersuchungen, überall seinen neuen, weittragenden fruchtbaren Gedanken, Anregungen und Förderungen.

Als *Hering* um das Jahr 1860 sich den schwierigsten Problemen der Lehre vom Sehen, vor allem vom Raumsehen und von der Identität der Netzhautstellen zuwandte, war diese Lehre unter der Führung von *Volkmann* und insbesondere von *Wundt* mehr und mehr vom physiologischen Boden gelöst und „gänzlich zur Adoptivtochter der Psychologie“ geworden. *Hering* stellte sich demgegenüber auf rein physiologische Basis. Gestützt auf umfassende mathematische Kenntnisse und auf scharfsinnige, mit den einfachsten Hilfsmitteln durchgeführte physiologische Versuchsreihen, tritt der junge Leipziger Arzt dem auf der Höhe seines Ruhmes stehenden Physiologen und Physiker *Helmholtz* entgegen und bleibt unbestrittener Sieger.

Den Gedanken, die ihn schon bei diesen ersten sinnesphysiologischen und insbesondere später bei seinen Lichtsinnuntersuchungen leiteten, hat er 1906 in der Rede Ausdruck gegeben, mit welcher er in Heidelberg auf die Verleihung der Gräfe-Medaille durch die Ophthalmologische Gesellschaft antwortete. Ich darf die schönen Worte, gewissermaßen das Programm für eine ganze, weitgreifende fruchtbare Richtung physiologischen Forschens, hier wiedergeben: „Geborgen in der Netzhaut und im Gehirn gibt die Nervensubstanz des Sehorgans dem mit den Werkzeugen des Physikers und Chemikers sie durchforschenden Physiologen nur spärliche, kaum deutbare Zeichen ihres Tuns; dem aber, dem sie

angehört und dient, enthüllt sie, so oft er nur das Auge aufschlägt, das ganze bunte Spiel ihres Lebens. Das freilich sieht er nicht, was der mit Mikroskop, Galvanometer oder Reagensglas ausgerüstete Forscher zu finden hofft, aber er sieht ein gleichfalls nach Zeit und Raum geordnetes *Empfindungsleben* vor sich, das, obwohl beherrscht von den die Netzhaut treffenden Reizen, doch nach eigenem Gesetze sich abspielt. Und wenn er von der ihm unentbehrlich scheinenden Voraussetzung geleitet wird, daß jedem Einzelteile des Bildes, das sein Auge ihm vorzaubert, eine ganz bestimmte Regung in der nervösen Substanz entspricht, daß seine Licht- und Farbenempfindungen unauflöslich verknüpft sind mit diesen Regungen, daß, wie jene sich wandeln und folgen, auch diese sich wandeln und folgen, so gewöhnt er sich bald, zu den Empfindungen als den Zeigern der Uhr seine Zuflucht zu nehmen, so oft der weitere Einblick in den Gang des Räderwerkes ihm versagt ist. Was aber könnte dieses Räderwerk, was könnten diese stofflichen Regungen der lebendigen Nervensubstanz unseres Sehorgans anderes sein, als das, was wir in jeder *lebendigen* Substanz wiederfinden, was sie als solche kennzeichnet und vom toten Stoffe unterscheidet, was wir, kurz gesagt, ihren Stoffwechsel nennen.“

Dreißigjährig ward *Hering* als Nachfolger *Carl Ludwigs* an den Lehrstuhl für Physiologie und medizinische Physik an die Josefs-Akademie nach Wien berufen. In den 5 Jahren der dortigen Tätigkeit entstanden seine berühmten Untersuchungen über Leber und Galle, über das Sehen mit zwei Augen sowie jene über die Selbststeuerung der Atmung. 1867 entdeckt er gleichzeitig mit *Cohnheim*, von diesem unabhängig, die Auswanderung der weißen Blutkörper aus den Gefäßen.

1870 übernimmt *Hering* nach *Purkinje* den physiologischen Lehrstuhl in Prag. Er entwickelt hier in den folgenden 25 Jahren eine ungemein vielseitige fruchtbare Tätigkeit und macht, überall anregend und fördernd, das Prager Institut zu einem glänzenden Mittelpunkt physiologischer Forschung.

In die Zeit seiner Prager Tätigkeit fällt auch der mit schroffsten Mitteln durchgeführte Versuch der Deutschfeinde, die Universität zu tschechisieren (1882). *Hering* stellt sich, gemeinsam mit *E. Mach* und *Ph. Knoll*, an die Spitze des schweren Kampfes um die Existenz der ältesten deutschen Hochschule. Daß heute in Prag noch eine deutsche Universität besteht, ist wesentlich sein Verdienst.

Auf wissenschaftlichem Gebiete sind es drei

scheinbar weit von einander abliegende, von ihm aber durch neue Gedankengänge vielfach zu einander in Beziehung gebrachte Gebiete, welchen *Hering* in jenen Jahren in erster Linie seine unerschöpfliche Arbeitskraft zuwandte, die Nerven- und Muskelphysiologie, die Farbenlehre und die Vorgänge in der lebenden Substanz.

Wie in der Sinnesphysiologie die Anschauungen von *Helmholtz*, so waren in der Muskel- und Nervenphysiologie, als *Hering* diese Probleme in Angriff nahm, über die Vorgänge in der Nervenfasern die fast ausschließlich physikalischen Vorstellungen von *du Bois-Reymond* herrschend. Ihnen gegenüber betonte *Hering*, daß diese Vorgänge im wesentlichen als *chemische* aufzufassen sind und daß man über den physikalischen Symptomen der Lebensvorgänge nicht deren eigentlich chemisches Wesen vergessen dürfe. In den elektrischen Erscheinungen an Nerven und Muskeln seien nur physikalische Symptome zu sehen, die uns über die *qualitative* Seite der Vorgänge in der lebendigen Substanz ebensowenig Aufschluß zu geben vermögen, wie die thermischen Erscheinungen. „Nur über Veränderungen und Verschiedenheiten jenes Geschehens in verschiedenen Teilen eines lebendigen Kontinuums sowie über quantitative und zeitliche Verhältnisse dieses Geschehens kann uns das Galvanometer oder das Thermometer Aufklärung verschaffen, nicht aber über seine Qualität.“

Weiter hatten die Vertreter jener physikalischen Richtung vielfach geglaubt, mit den elektrischen Vorgängen im Nerven das Wesen der Nerventätigkeit überhaupt erfaßt zu haben und aus der Gleichheit des elektrischen Verhaltens zog man Schlüsse auf Gleichheit des Erregungsvorganges: in allen Nervenfasern als den Leitungsorganen sollte nur eine und dieselbe Art des Geschehens vorkommen, selbst die spezifischen Energien der Sinnesorgane war man vielfach geneigt, nicht auf qualitative Verschiedenheiten der Leitungsbahnen, sondern nur auf solche der Zentren zu beziehen. Die ganz andersartigen Anschauungen, die *Hering* demgegenüber vertrat, fanden anfangs lebhaftesten Widerspruch und erst allmählich schloß man sich seiner Betrachtungsweise an, die in erster Linie gegen die übliche Auffassung einer völligen Gleichartigkeit des Geschehens bei allen Erregungen der Nervenfasern gerichtet war. In seinem klassischen Vortrage zur Theorie der Nerventätigkeit (1899) faßt er zusammen, was seine und seiner Schüler, insbesondere *Biedermanns*, elektrophysiologische Einzeluntersuchungen zur Stütze einer solchen Betrachtungsweise gelehrt hatten.

Wir haben damit schon das Gebiet berührt, auf dem sich *Herings* Anschauungen besonders weit von den bis dahin üblichen entfernen und über diese hinausgehen, die Vorgänge in der lebendigen Substanz überhaupt. Diese letztere unterscheidet sich von der toten wesentlich durch den Stoffwechsel, durch den einerseits Stoffe ent-

stehen, die von der Substanz als etwas ihr fremd gewordenen abgesondert bzw. ausgeschaltet werden, andererseits gleichzeitig Nährstoffe aufgenommen und von der lebendigen Substanz angeeignet, zu Bestandteilen ihrer selbst gemacht werden; den letzteren Vorgang hatte man schon früher allgemein als Assimilierung bezeichnet, für den ersteren hat erst *Hering* nach diesem Vorbilde die Benennung Dissimilierung eingeführt. Die biologische Bedeutung dieser beiden stets gleichzeitig nebeneinander verlaufenden Vorgänge, ihre Beeinflussung durch äußere Reize usw. hat er in einem geistvollen Aufsätze „Zur Theorie der Vorgänge in der lebenden Substanz“ (*Lotos* 1888) eingehend erörtert, nachdem er schon 1874 solche Gedankengänge seiner Theorie vom Licht- und Farbensinn zugrunde gelegt hatte.

Helmholtz war in Anlehnung an die schon 1807 von *Thomas Young* entwickelten Anschauungen zu der Annahme gekommen, daß in unserem Sehorgan 3 verschiedene farbenempfindende (rot-, grün- und blau- oder violett empfindende) Fasern vorhanden sein sollten, die durch Strahlen verschiedener Wellenlänge in verschiedenem Maße erregt werden und durch deren gleichzeitige und gleichstarke Erregung die Empfindung Weiß zustande kommen sollte. *Hering* hat schon in seinen berühmten 6 Mitteilungen zur Lehre vom Lichtsinn (1872–74) die Unhaltbarkeit dieser Dreifasertheorie zwingend dargetan und in kurzen Zügen seine Theorie der Gegenfarben entwickelt, von der hier nur das Wesentlichste in aller Kürze angedeutet werden kann.

Für *Hering* ist alles Sehen gewissermaßen der psychische Ausdruck des Geschehens in der Substanz, wenn wir unter dieser den physischen Träger jener Vorgänge verstehen, mit welchen die Farben als psychische Phänomene unmittelbar gegeben sind. Diese Sehsubstanz können wir uns in gewissem Sinne als ein Gemisch aus drei verschiedenen Substanzen vorstellen, die wir als die schwarz-weiß-empfindende, die blau-gelb-empfindende und die rot-grün-empfindende Substanz bezeichnen können. Jede von ihnen ist einer Veränderung in zwei einander entgegengesetzten Richtungen fähig, die entsprechend dem vorhin angedeuteten als Dissimilation und Assimilation zu unterscheiden sind. Die Mannigfaltigkeit unserer Licht- und Farbenempfindungen ist „das psychische Abbild einer gleich großen Mannigfaltigkeit des Geschehens in der nervösen Sehsubstanz, mit deren stofflichen Wandlungen die Wandlungen der optischen Empfindungen einhergehen“. Jede lichte Empfindung ist uns danach das Symptom eines gesteigerten Abbaues, jede dunkle das Symptom eines gesteigerten Aufbaues im Nervenapparat unseres Auges. In den Erscheinungen des simultanen und sukzessiven Kontrastes sehen wir „den fortwährenden Kampf, den die lebendige Substanz mit den auf sie eindringenden Reizen für ihre Selbsterhaltung führt“, wir finden hier „ein weiteres Beispiel jener Selbst-

regelung des Stoffwechsels, durch welches jedes Lebende sich erhält und seiner Außenwelt anpaßt“.

Auch *Herings* Farbenlehre wurde bei ihrem Erscheinen von der herrschenden Schule aufs heftigste angefeindet. In der Ophthalmologie, wo dem unbefangenen Beobachter unter anderem schon die mannigfachen Formen erworbener und angeborener Farbensinnstörungen wertvolle Prüfsteine für die Brauchbarkeit der verschiedenen Anschauungen bieten, zeigte sich zuerst, wie weit die *Hering'sche* Betrachtungsweise der sich immer mehr als unzulänglich erweisenden *Young-Helmholtz'schen* Dreifasertheorie überlegen war.

Eine der wesentlichsten Grundlagen der *Helmholtz'schen* Lehre hatte die Annahme gebildet, daß die Empfindung des Weißen nur durch gleichzeitige und gleichstarke Erregung der 3 farbig empfindenden Fasern zustande kommen sollte; die ihr von *Hering* entgegengestellte Annahme einer von der farbigen unabhängigen farblosen Empfindungsreihe, zunächst aufs schroffste bekämpft, ist seit 1894 auch von der *Helmholtz'schen* Schule selbst als notwendig anerkannt worden. Man versuchte aber noch, wenigstens für bestimmte Netzhautteile (die stäbchenfreie fovea centralis) die *Young-Helmholtz'sche* Theorie zu halten durch die Annahme, daß hier, in der Netzhautmitte, die Empfindung Weiß auf ganz andere Art zustandekomme, als auf der übrigen, stäbchenhaltigen Netzhaut. Die Unhaltbarkeit auch dieser Annahme hat *Hering* in einer seiner letzten Arbeiten dargetan: in meisterhaften Beobachtungsreihen an dem von ihm konstruierten großen Spektralapparate deckt der 80-Jährige die Wege auf, die zu jener irrigen Meinung führen konnten.

Ich muß mich mit diesem kurzen Hinweise auf unerschöpfliche Gebiete begnügen, die von *Hering* in fast allen ihren Teilen durchgearbeitet und bereichert, vielfach von Grund auf umgestaltet worden sind. Nur an einem Beispiele sei, z. T. mit seinen eigenen Worten, angedeutet, wie die zunächst bei Bearbeitung der Farbenlehre gewonnenen Anschauungen auf Nachbargebiete, insbesondere die Psychologie, tiefgreifenden Einfluß gewonnen und auch auf die schwierigen Probleme der Beziehungen zwischen Leib und Seele neues Licht geworfen haben. Gegenüber der von *Helmholtz* gegebenen Darstellung hatte *Hering* „eine ohne Rücksicht auf die jeweiligen Entstehungsbedingungen der Farben durchzuführende, lediglich auf die Eigenschaften der Farben selbst gegründete Analyse und Ordnung derselben als eine unentbehrliche Grundlage der Lehre von den Gesichtsempfindungen hingestellt“. Er betont, daß die Analyse der stofflichen Vorgänge in der Nervensubstanz für den Sinnesphysiologen nur die eine, die Analyse der Empfindungen die andere unentbehrliche Grundlage der Erkenntnis bildet“; so schlägt er die Brücke von der Physiologie zu einer wissenschaftlichen Psychologie und entwickelt in einem schönen Gleichnis, inwieweit

„psychologische Untersuchungen ein nicht nur erlaubtes, sondern sogar unentbehrliches Hilfsmittel der physiologischen Forschung sind und wie mit Hilfe der Hypothese des funktionellen Zusammenhanges zwischen Geistigem und Materiellem die Physiologie imstande ist, die Erscheinungen des Bewußtseins mit Erfolg in den Kreis ihrer Untersuchungen zu ziehen; ohne den sicheren Boden naturwissenschaftlicher Methode zu verlassen“.

Herings Anschauungen über das Geschehen in der lebendigen Substanz hatten sich auf der breiten Grundlage umfassender naturwissenschaftlicher und medizinischer Kenntnisse entwickelt. Er war von der Zoologie ausgegangen, seine erste Arbeit, aus der Studentenzeit (1856), galt der Anatomie und Physiologie des Regenwurms, seine Doktordissertation den Alciopiden; im Winter 1858/59 widmete er sich in Messina zoologischen Studien. Nach seiner Studienzeit, in der insbesondere *Ernst Heinrich Weber* und *G. Th. Fechner* ihn anregten, versah er durch 5 Jahre die Stelle eines poliklinischen Assistenten in Leipzig und war zugleich als praktischer Arzt tätig. So wurde er gleich bekannt mit den Bedürfnissen und Methoden ärztlichen Forschens wie mit den Interessen und den Arbeitsweisen des Biologen. Seine Vertrautheit mit den beiden großen Forschungsgebieten hat hier wie dort reiche Früchte zeitigt.

So unerhört neue kühne Gedankengänge, die eine große Reihe von Problemen aus ganz anderen als den bis dahin üblichen Gesichtspunkten zu betrachten und in Angriff zu nehmen zwangen, mußten für die Schulphysiologie vielfach un bequem werden. Das mag es mit erklären, daß von der Seite, die ihm den größten Dank schuldete, die Anerkennung noch auf sich warten ließ, als andere Disziplinen *Herings* überragende Bedeutung schon längst willig anerkannt hatten. Die Hochschulen in Göttingen und Prag verliehen ihm die Ehrendoktorwürde, viele gelehrte Gesellschaften in der ganzen Welt die Ehrenmitgliedschaft, die Ophthalmologische Gesellschaft mit der Gräfe-Medaille die höchste Auszeichnung, die sie zu vergeben hat. Er war Ritter des Ordens pour le mérite. —

Nach 25jähriger Tätigkeit in Prag wurde *Ewald Hering* 1895 nach Leipzig berufen, wo er — zum zweiten Male *C. Ludwigs* Nachfolger — sich vor allem der Aufgabe zuwandte, das veraltete und viel zu klein gewordene physiologische Institut zu erneuern. Frei von aller Einseitigkeit weiß der 61-Jährige dabei jedem Interesse, jeder Richtung Rechnung zu tragen, und nach kurzer Zeit ist wiederum eine vorbildliche Stätte erstanden, an der er, bis zu seinem 80. Jahre unermüdlich schöpferisch und neugestaltend, den Mittelpunkt eines großen Kreises junger Forscher bildet. Seine eigene wissenschaftliche Tätigkeit war in diesen letzten zwei

Dezennien vorwiegend dem Ausbau seiner Lehre vom Licht- und Farbensinn zugewendet.

Hering war Meister der Sprache und Meister in der Kunst, die Ergebnisse mühevoller Einzelarbeit einem größeren Kreise in vollendeter Form, gewissermaßen im Festtagsgewande, vorzuführen und das Höchste und Schwerste in wundervollen Bildern und Gleichnissen dem Verständnisse näherzubringen. Außer den schon vorhin erwähnten Vorträgen sei auf jenen über die spezifischen Sinnesenergien (Lotos 1884) hingewiesen und vor allem auf die berühmte Rede über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie, die durch Wiedergabe in *Ostwalds* Klassikern der Naturwissenschaften weiteren Kreisen zugänglich geworden ist. Der Naturforscher, dem Muße und Gelegenheit zum Studium fachwissenschaftlicher Schriften fehlt, erhält durch diesen Vortrag wohl am besten einen Eindruck von der Größe der wissenschaftlichen Persönlichkeit *Herings*.

Kraft und Güte waren in ihm in wundervoller Harmonie vereint und verliehen seinem Wesen einen seltenen Zauber, der ihm bis an sein Lebensende eigen blieb.

Vieles hat er unvollendet zurückgelassen. Die Wege, die er, unter Überwindung von Hemmnissen aller Art, gebahnt hat, werden der physiologischen Forschung, nicht nur auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie, für lange Zeit die Richtung weisen.

Übersichtliche Darstellung physikalischer Gemische durch „Netzebenen“.

Von Dr. E. Zschimmer, Jena.

Die Kenntnis der Eigenschaften „physikalischer Gemische“ (*Nernst*) hat sich in den letzten Jahrzehnten außerordentlich erweitert. Für die Petrographie und wichtige Zweige der chemischen Technik, namentlich die Stahl- und Eisenindustrie, Metallindustrie, Keramik, Zement-, Emaille- und Glasindustrie ist der genaue Einblick in das Verhältnis der Mehrstoffsysteme unentbehrlich geworden, man hat daher begonnen, die schmelzflüssigen Gemische der Metalle, Metalloide, Silikate, Borate, Aluminate usw. eingehend zu studieren. Von hervorragender Bedeutung sind die Arbeiten von *van't Hoff*, des Carnegie-Instituts, *Tammanns* und seiner Schüler. Auf technischem Gebiete ist eine umfangreiche Literatur entstanden über Stahl und Eisen, Schlacken, Zement, Emaille, Glas usw.

Zur übersichtlichen Darstellung der Mischungsverhältnisse und davon abhängigen physikalisch-chemischen Eigenschaften bedient man sich für Zweistoffsysteme des gewöhnlichen rechtwinkligen Koordinatenpapiers. Bei Dreistoffsystemen wählt man entweder die bekannten Dreieckskoordinaten oder man berechnet die Be-

standteile des Gemisches wie bei Lösungen in der Weise, daß man einen Bestandteil gleich 1 oder 100 setzt und die Verhältnisse auf rechtwinkligem Koordinatenpapier zur Darstellung bringt; hierbei denkt man sich im Koordinatenursprung 1 bzw. 100 Teile des Lösungsmittels und auf den beiden Achsen die veränderlichen Werte der gelösten Bestandteile berechnet auf 1 oder 100 Teile Lösungsmittel aufgetragen. Will man weiter gehen und noch einen vierten Stoff oder eine abhängige Eigenschaft mit den drei übrigen Stoffen des Gemisches in Beziehung bringen, so liegt am nächsten die vielfach schon benutzte körperliche Darstellung. Ein bekanntes Beispiel bietet das für die Zementindustrie wichtige Dreistoffsystem Kieselsäure — Tonerde — Kalk¹⁾, nebst zugehörigen Schmelztemperaturen, wobei die Gebiete der flüssigen und kristallisierten Gemische und bei letzteren die Gebiete der auskristallisierten Verbindungen zur Anschauung kommen.

Die körperliche Darstellung hat den Nachteil, daß man in das Modell nicht hineinsehen kann, daher lassen sich räumlich abgesonderte Gebiete im Innern nicht übersehen, wie die in der Ebene abgegrenzten Flächenstücke eines physikalischen Gemisches, denen besondere Eigenschaften in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung entsprechen. Außerdem bleibt man bei den genannten Arten der bildlichen Darstellung auf vier Stoffe oder allgemein vier zueinander in Beziehung gesetzte Größen beschränkt. Für die Petrographie und für die mit schmelzflüssigen Gemischen arbeitenden Zweige der Technik kann die Kenntnis der einfachen zusammengesetzten Stoffgemische aber keinesfalls genügen, da es sich praktisch zumeist um die verwickelten Beziehungen von mehr als 4 Stoffen in den Gemischen handelt. Um die Verhältnisse bei solchen komplizierteren Gemischen wenigstens innerhalb gewisser Grenzen zu übersehen, haben *H. E. Boeke* und *W. Eitel* versucht, die mehrdimensionale Geometrie linearer Räume auf Vielstoffsysteme anzuwenden. Diese geistreiche Methode beansprucht sicherlich hohes Interesse, doch wird man die zusammenfassende Arbeit von *W. Eitel*²⁾ wohl kaum mit der Überzeugung aus der Hand legen, daß die Darstellung schon eines Fünfstoffsystems durch Projektion der „Polytope“ eine leicht zu verstehende Sache ist und ihre allgemeine Anwendung wahrscheinlich macht; jedenfalls für technische Zwecke dürften diese Projektionen viel zu schwierig zu entziffern sein.

Bei den von mir untersuchten Mehrstoffsystemen aus dem Bereiche der Jenaer Gläser hat sich nun eine Art der Darstellung bewährt, auf die ich die Aufmerksamkeit lenken möchte, da sie mir allgemeinerer Anwendung fähig zu sein

¹⁾ Eine Abbildung des Modells findet sich bei *W. Mathesius*: Die physikalischen und chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens, S. 181. Spamer, 1916. Ferner in der Abhandlung von *G. A. Rankin*: Z. f. anorgan. Chemie, Bd. 92, S. 213 (1915).

²⁾ Z. f. anorgan. Chemie, Bd. 100, S. 95 (1917).

scheint. Schneidet man aus der Ebene des rechtwinkligen Koordinatenpapiers (Fig. 1a) in regelmäßigen Abständen quadratische Flächenstücke E' (Fig. 1b) aus, so bleibt eine „Netzebene“ E übrig (d. h. ein Netz, bestehend aus Streifen des Papiers). Hatte man zuvor in der vollen Ebene der Koordinatenpapiers eine Kurve $A B$ oder eine Fläche F (z. B. Stoffgebiet) dargestellt, so erscheint nach dem Ausschneiden der Quadrate wie in Fig. 2 eine durchbrochene Kurve oder Fläche auf der Netzebene E . (In Fig. 2 sind nur die Hauptkoordinatenlinien in den übrigbleibenden

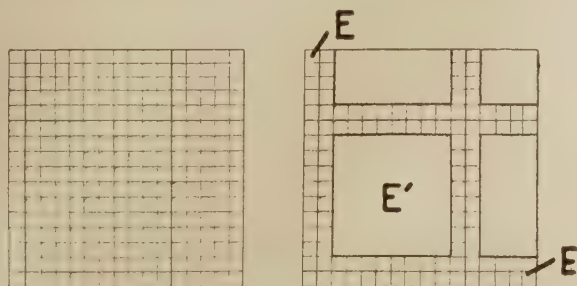


Fig. 1a.

Fig. 1b.

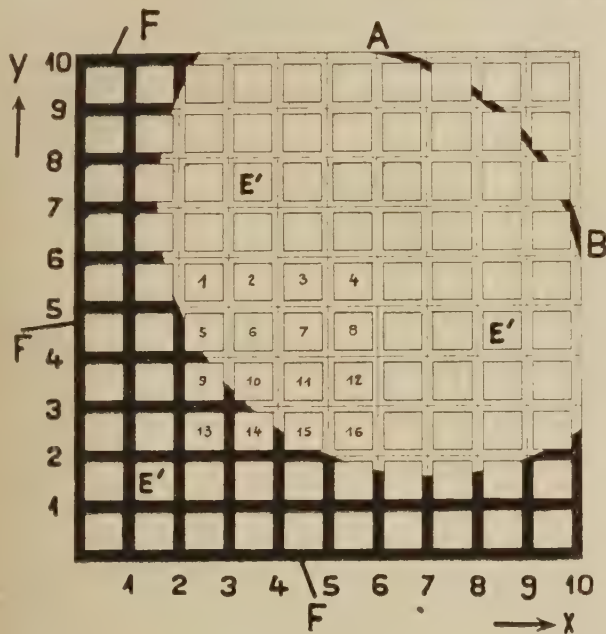


Fig. 2.

Streifen der Netzebene E eingezeichnet.) Die Fläche F (das Schwarze in Fig. 2) kann bei physikalischen Gemischen (Mehrstoffsystemen) verschiedene Bedeutung haben; in den hier gewählten Beispielen soll angenommen werden, daß sämtliche Koordinaten, die auf 100 Lösungsmittel berechneten Mengen der Stoffe schmelzflüssiger Gemische bedeuten (z. B. Al_2O_3 , Mg O , Ca O usw. auf 100 Si O_2), während die schwarzen bzw. schraffierten Flächen (vergl. die späteren Figuren) das Kristallisationsgebiet unter gewissen, beim Versuch gegebenen Bedingungen zur Anschauung bringen. Die Abbildung auf der

Netzebene ersetzt noch ziemlich gut das Bild auf dem nichtdurchbrochenen Koordinatenpapier, da das Auge, wie Fig. 2 zeigt, die fehlenden Stücke der Kurve und Flächenbegrenzungen mit Leichtigkeit ergänzt.

Es bleiben nun die herausgeschnittenen quadratischen Flächenstücke E' (Fig. 1b) für die Darstellung von zwei neuen veränderlichen Größen (2 neuen Stoffen) verfügbar, die man sich in funktionaler Beziehung denken kann zu gewissen, in der Netzebene E dargestellten Größenpaaren. Jede Ebene E' soll also zugeordnet sein zu je einem Schnittpunkt der in Fig. 2 gezeichneten Hauptkoordinatenlinien, und zwar immer zu demjenigen Punkt (x_m, y_n) , der der unteren linken Ecke der Ebene E' gegenüberliegt. In Fig. 3 ist eine solche Zuordnung im Ausschnitt¹⁾ zur Anschauung gebracht: jede Ebene E' (Nr. 1—16 aus Fig. 2) enthält ein rechtwinkliges Koordina-

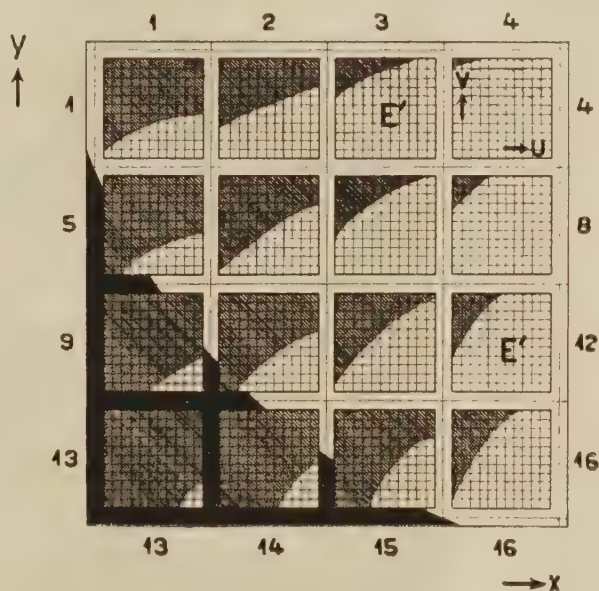


Fig. 3.

tennetz, in welchem der Zusammenhang zweier neuer veränderlicher Größen u und v (zweier neuer Stoffe) in Abhängigkeit von den Werten (x_m, y_n) , die der Fläche F in Fig. 2 angehören, dargestellt ist. Die schraffierten Teile der Ebenen E' bedeuten das Kristallisationsgebiet der Lösungen $(L + x + y + u + v)$, während der schwarze Teil der Netzebene E das Kristallisationsgebiet der Lösungen $(L + x + y)$ darstellt (wie in Fig. 2); das Lösungsmittel L denke man sich in der linken unteren Ecke von Fig. 2. Diese Art der Darstellung hat Ähnlichkeit mit den Verfahren, welches die Biologen anwenden, um sich durch Mikrotomschnitte ein Bild von dem Aufbau eines organischen Körpers zu verschaffen. Ähnlich wie der Beschauer die in Fig. 2 dargestellte schwarze Fläche F voll sieht, so ergänzt er auch den kontinuierlichen Gang der

¹⁾ Man denke sich das Stück 1—4—16—13—1 aus Fig. 2 ausgeschnitten und vergrößert.

100 SiO_2 berechnete Al_2O_3 -Gehalt der Gemische, und zugeordnet die Kristallisationstemperatur (Schmelztemperatur) als Ordinate. In dem ersten der eingezeichneten Quadrate, welches dem Koordinatennullpunkt der Netzebene zugeordnet ist (in der Figur fehlend), würde man also die Beziehung zwischen Schmelztemperatur und Zusammensetzung bei den kalkfreien Schmelzen 100 SiO_2 — Al_2O_3 erkennen. Der Schmelzpunkt der reinen Kieselsäure (1625°) erscheint in dem nach links bis zum Nullpunkt ergänzt gedachten Streifen zweimal: 1. auf der Ordinatenachse der „Netzebene“, im System SiO_2 — CaO , und 2. auf der Ordinatenachse des eben erwähnten ersten Quadrats, in welchem die Schmelzen SiO_2 — Al_2O_3 eingetragen sind. Schreitet man in der Reihe der eingezeichneten Quadrate nach rechts fort, so zeigt sich die Veränderung der Beziehung zwischen Temperatur und Zusammensetzung durch den Eintritt wachsender Mengen CaO in die Schmelze. Diese Veränderung kann nur sprunghaft (in Fig. 5 von 5 zu 5 CaO auf 100 SiO_2) zur Darstellung gebracht werden, doch läßt sich der kontinuierliche Gang der Funktion noch leicht vorstellen (u. U. schiebt man Zwischenwerte ein). Man erkennt z. B. in dem in Fig. 5 ausgeschnittenen Stück des Gesamtbildes, wie durch die Steigerung des Kalkgehaltes, der zu 100 SiO_2 zugesetzt wurde, in diesem Abschnitt des Mischungsgebietes die Schmelztemperatur ansteigt, während Zusatz von Tonerde in mäßigen Mengen die Schmelztemperatur erniedrigt. Auch die Lage eines Eutektikums — in diesem Falle $\alpha \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ — ist zu erkennen. Im Raummodell der Dreieckskoordinaten (S. 308 Anm.) würde dieses die Spitze eines Trichters bilden; bei der hier gewählten Berechnung des CaO - und Al_2O_3 -Gehaltes auf 100 SiO_2 würde die räumliche Darstellung an Stelle des Trichters die Form einer Rinne annehmen, die bei dem Eutektikum eingeknickt ist. Man erhält das räumliche Bild aus Fig. 5 leicht, wenn man die eingezeichneten Quadrate (100 SiO_2 — Al_2O_3) nach vorn in die Höhe klappt und um den Nullpunkt ihres Koordinatensystems um 90° nach hinten dreht, so daß sie senkrecht auf der Papierfläche (parallel zur Temperaturachse der Netzebene) stehen. Man kann natürlich nach Belieben die Darstellung von vornherein auch so wählen, daß in der Netzebene an Stelle der Temperatur die Tonerdegehalte auf 100 SiO_2 als Ordinaten eingezeichnet werden und in die Quadrate als Ordinaten die Tonerdegehalte (in gleichem Maßstabe und gleicher Höhe mit den entsprechenden Tonerdeordinaten der Netzebene) mit zugehörigen Temperaturen als Abszissen; die eingezeichneten Quadrate brauchen dann nur um die Ordinatenachse hochgeklappt zu werden, um den Zusammenhang zwischen Temperatur, CaO - und Al_2O_3 -Gehalt zu sehen.

Zur Beurteilung der Leistung der „Netzebenen-

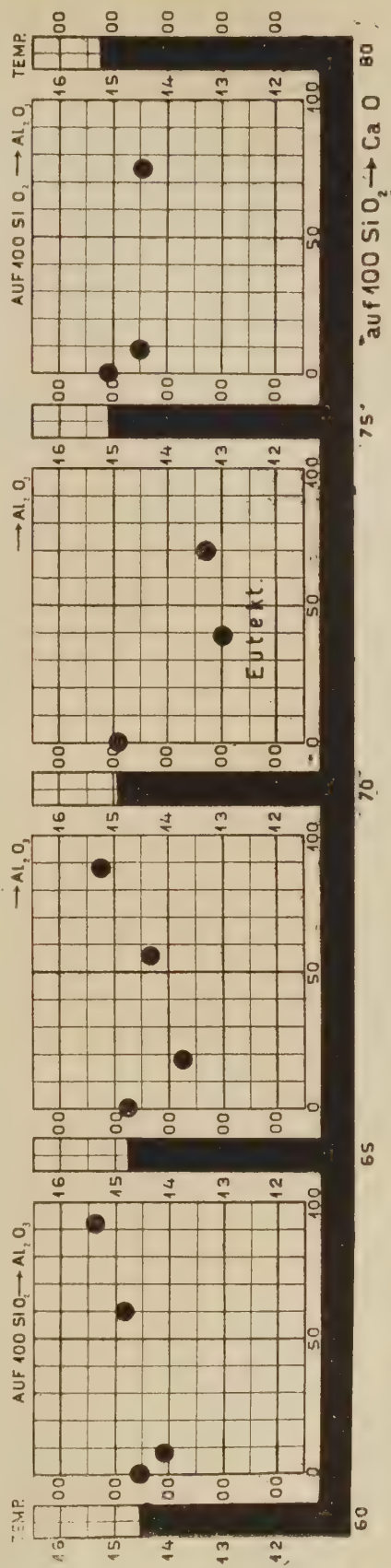


Fig. 5.

darstellung“ denke man sich zu dem von Rankin bearbeiteten System der 3 Stoffe SiO_2 , CaO , Al_2O_3 noch einen vierten Stoff, z. B. MgO hinzugefügt. Es würde dann über dem in Fig. 5 abgebildeten Flächenstreifen eine Reihe ähnlich aussehender Streifen folgen; diese würden den 0 MgO , 5 MgO , 10 MgO usw. zugeordnet sein, während das ganze Bild den Zusammenhang der Schmelztemperatur mit den auf 100 SiO_2 zugesetzten Mengen der drei Stoffe CaO , MgO , Al_2O_3 zeigen würde. Ebenso läßt sich die Abhängigkeit irgendwelcher anderer physikalischer Konstanten von den Lösungsbestandteilen anschaulich machen.

Wo sich der Mangel an Stetigkeit in der Darstellung durch Netzebenen störend bemerkbar macht, kann man ihn dadurch zum Teil vermindern, daß man den zu groben Abszissenmaßstab an erwünschten Stellen verfeinert, ähnlich wie es bei geographischen Karten geschieht. (Man denke sich einen zur Ordinatenachse parallelen Streifen der ersten Ebene in der Richtung der Abszissenachse gedehnt, bevor man die Quadrate ausschneidet, welche die zweiten Ebenen bilden.) Auch läßt sich der Nachteil, den die Beziehung der Bestandteile des Gemisches auf 100 Teile eines Stoffes als Lösungsmittel hat, dadurch vermindern (für viele praktische Zwecke beseitigen), daß man den Abszissenmaßstab (etwa von der Mitte des Bildes ab) logarithmisch (oder nach einem anderen Gesetz) verkleinert, so daß der Endpunkt rechts den Wert ∞ bekommt; ebenso kann der Ordinatenmaßstab geändert werden.

Die prozentische Darstellung von Gemischen braucht durch entsprechende Bilder wohl nicht erläutert zu werden. Wie leicht verständlich, erhält man für das erste Stoffpaar ein rechtwinkliges Dreieck als „Grundebene“. Man denke sich in Fig. 2 die Diagonale 10—10 gezogen, die Schwärzung der Netzebene vom Nullpunkt aus bis zu dieser Diagonale fortgesetzt und die Bezifferung der Koordinatenachsen mit 10 multipliziert, so hat man das „Zweistoff-Dreieck“. In den „einbeschriebenen“ Ebenen E' erscheinen die Prozentwerte zweier neuer Stoffe; diese füllen im Nullpunkt der Netzebene E ein ähnliches Dreieck aus, welches bei Entfernung der Quadrate E vom Nullpunkt zusammenschrumpft; u. s. f.

Vielleicht geben diese Zeilen die Anregung, das Verfahren bei den anfangs erwähnten Gebieten auf seine Brauchbarkeit zu prüfen; auch dürfte ein Mathematiker darüber noch mancherlei zu sagen wissen, — ich denke z. B. an die Untersuchungen von Funktionen mit mehr als drei veränderlichen Größen. Für technische Zwecke leistet die Darstellung durch Netzebenen sicherlich gute Dienste, wovon man sich durch Ausführung in großem Maßstab leicht überzeugt. Zur praktischen Anwendung möchte ich noch bemerken, daß es die Übersichtlichkeit erleichtert,

wenn man die eingezeichneten quadratischen Koordinatennetze E' und E'' mit einem weißen Rand versieht, der sie von den Streifen der Netzebene „niederer Ordnung“ trennt (vergl. Fig. 5, worin der Rand zur Bezifferung freigelassen wurde); die Bilder fließen dann nicht so ineinander über wie in Fig. 3 und 4. Auch empfiehlt es sich, das Koordinatenpapier in mehreren Farben zu drucken (z. B. das Netz E in schwarz, E' in rot, E'' in grün); die Übersicht wird dadurch wesentlich erleichtert.

Besprechungen.

Ramann, E., *Bodenbildung und Bodeneinteilung*. Berlin, Julius Springer, 1918. VI, 118 S. Preis M. 4,60.

Der auf dem Gebiet der Bodenkunde, zumal in forstlichen Kreisen wie auch im Ausland wohl bekannte Vertreter des forstlichen Versuchswesens an der Universität München bietet in dem vorliegenden Heft gewissermaßen einen stellenweise stark gekürzten, durchaus neuzeitlichen Auszug aus seinem Lehrbuch der Bodenkunde, der ganz besonders die klimatischen Einwirkungen auf unsere Erdoberfläche und die sich derauf ergebenden Bodenzone und Bodenarten hervorzuheben bestrebt ist. Bereits in den einleitenden Worten tritt uns so die Bedeutung der klimatischen Verhältnisse für die in einer Gegend entstehenden oder entstandenen Böden entgegen, und wir lernen als die maßgebenden Formen, in denen sich das Klima auf den Boden auswirkt, die Temperatur, die Niederschläge und die Verdunstung kennen; bei einer, wie der vorliegenden, allgemein die Verhältnisse der ganzen Erde umfassenden Darstellung dürfte hier übrigens der Wind noch anzuschließen sein, dessen Bedeutung für die Bildung von Staubböden, wie Löss, für die Ablagerung von Vulkanaschen, für die Abtragung des Gesteins, weiter auch noch für gewisse Besonderheiten auf dem Gebiet der Niederschläge und der Verdunstung nicht unbeachtet bleiben kann.

Nach Darlegung der besonders bei der Bodenbildung tätigen Kräfte, als welche Ramann die Verwitterung, das heißt physikalische und chemische Aufarbeitung der Gesteine, dann das in den Böden umlaufende Wasser und seine Wirkung, wie als letzte den Einfluß der im Boden verbleibenden Reste abgestorbener Lebewesen, kurz gesagt, des Humus ansieht, schreitet der Verfasser zur Darlegung der von ihm gewählten Einteilung der Böden, für welche die Beurteilung der Farbe als maßgebendes Unterscheidungsmerkmal beibehalten wird. Die dann hervorgehobenen, bezeichnenden Eigenschaften der Böden von Trocken- und Feuchtgebieten leiten zur Besprechung der klimatischen Bodenzone über, die den Hauptteil von Ramanns Buch bildet. Die Böden kalter Zonen mit ihren eigenartigen Vorkommnissen wie Rautenböden, Hügeltundra und dergleichen, die Tropenböden, endlich besondere Bodenerscheinungen, wie Salz-, Wüsten-, Kalkböden werden besprochen. Einen besonders großen Raum nimmt naturgemäß die Würdigung der Bodengebilde ein, welche für unsere heimatlichen Klimaverhältnisse einer gemäßigten Zone bedeutungsvoll sind. Hier findet der Leser eine reiche Fülle von Mitteilungen über auffallende Bodenbildungen, wie sie in Deutschland und den ihm benachbarten Gebieten vorkommen.

Auf einige Einzelheiten sei besonders hingewiesen:

Ob die Ableitung des ja auch im Englischen weit verbreiteten Wortes *Klei*, engl. *clay*, von *kleiben*, *kleben* (S. 78) vom philologischen Standpunkt aus unanfechtbar ist, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls gibt sie dem des Ausdrucks Ungewohnten ein treffliches Hilfsmittel, sich die Eigenschaften solcher Bodenart zu merken. — Der Hinweis auf die Unterschiede in der Humusbildung beim Wald und bei der Grasflur: unter dem Walde sammeln sich die Pflanzenreste vorwiegend auf der Erdoberfläche an, in der Grasflur überwiegt die Mischung der humusbildenden Graswurzeln mit dem Mineralboden; wird gewiß vielfach anregend wirken, und zumal auch die weniger in bodenkundlichen Fragen unterrichteten Leser auf ein Gebiet hinweisen, das sonst in dem vorliegenden Werk etwas stark zurücktritt, nämlich den Einfluß der lebenden Pflanzen auf den Boden und seine Veränderung. — Noch wichtiger erscheint die Hervorhebung der besonderen Erscheinungen, welche die „Randböden“ kennzeichnen, die an Hängen und frei hervorragenden Köpfen von Höhen auftreten, und zumal auf Kalkgestein wichtige Ausbildung erreichen. (S. 28/29, 86 usw.) *Ramann* führt als entscheidend für ihre Bildung in erster Linie die hohen Bodentemperaturen und die starke Austrocknung an. Ob nicht auch die von *Ramann* an anderem Ort hervorgehobene Wirkung der Abwärtsbewegung von Erdmassen auf die Bodenbildung bei solchen Randböden Bedeutung gewinnen kann, wird wohl noch zu prüfen sein. Denn auch durch solche Abwärtsbewegung erhält, ähnlich wie bei den Randböden, der Boden Eigenschaften, als ob er unter Einwirkung eines wärmeren Klimas stehe, als es wirklich in Betracht kommt. Hinzu tritt endlich noch nach den neuen, bei *Ramann* noch nicht benutzten Untersuchungen von *H. Hesselman* die Bedeutung der Wanderung von Kalk im Boden, die gerade an Hängen wesentlich andere Wirkungen auslöst, als auf eben gelegenen Lande. Die beiden erwähnten Forscher, *E. Ramann* und *H. Hesselman*, haben uns in ihren höchst wichtigen Hinweisen auf die Randböden, ihre Eigenschaften und Bildung wieder eine neue, und gewiß für viele Fragen der Bodenkunde höchst wichtige Erscheinung vorgeführt.

Druckfehler, die ja jetzt unter den Kriegsverhältnissen kaum zu vermeiden sind, finden sich z. B. S. 16: *alcali pardpan* statt *alcali-hardpan*, und S. 27: der Vorname des leider vor kurzem verstorbenen, bedeutenden schwedischen Agrikulturchemikers und Bodenforschers *A. Atterberg*, und nicht *E. Atterberg*. Wenn S. 23 gesagt wird, daß Quarz kaum verwittert, während S. 19 die Verwitterung der Kieselsäure, zumal ihr Verschwinden in den Tropen besprochen wird, so ist dies wohl auch unter die jetzt in der hastigen Arbeit der Kriegszeit als Druckfehler zu bezeichnenden, kleinen Ungenauigkeiten zu rechnen.

Einige Ausführungen in der Vorrede, S. V/VI, sollen offenbar der Förderung der Bodenkunde als selbständiger Wissenschaft dienen. So sehr solche Bestrebungen auf Ausbau unseres Wissenschaftsgebäudes zu begrüßen und zu fördern sind, so wenig erscheint es als nützlich, daß die hier gewählte Ausdrucksform als Angriff gegen ein anderes wissenschaftliches Fach angesehen werden könnte, zumal von weniger über die Verhältnisse Unterrichteten. Die Agrikulturchemie gerade hat durch eine ganze Anzahl ihrer berufenen Vertreter stets die reine wissenschaftliche Forschung nicht nur gefordert, sondern auch durch die Tat sich zu ihr bekannt, nicht zum wenigsten auf dem Gebiete der Boden-

kunde, wofür mühelos eine ganze Reihe von Beweisen erbracht werden kann; ich nenne hier nur Stellen aus Arbeiten von *J. König*¹⁾, *A. Mitscherlich*²⁾ und *J. M. van Bemmelen*³⁾, weiter im allgemeinen z. B. die Arbeiten von *H. Hellriegel*, *O. Kellner* und *Th. Pfeiffer*. Es wird dem verdienten Forscher, dessen Buch wir hier besprechen, nicht schwer werden, durch Vermeidung solcher wohl durch ihre Kürze mißverständlicher Angaben in einer hoffentlich in nicht zu langer Zeit erforderlichen Neuauflage seines Werkes das, wofür er kämpft, nämlich gerechte Bewertung und Einschätzung bodenkundlicher Forschung, überall zu fördern, ohne seine Absichten den Gefahren irrtümlicher Beurteilung auszusetzen.

P. Ehrenberg, Göttingen.

Schoenichen, W., Praktikum der Insektenkunde nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten. Jena, G. Fischer, 1918. VII, 192 S. und 201 Abbildungen im Text. Gr. 8°. Preis brosch. M. 7,—.

Veranlassung zur Entstehung des Praktikums gaben Übungen, die der Verfasser mehrere Semester hindurch an der Kgl. Akademie in Posen und an der Kgl. Preussischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin abgehalten hat. Die dabei gewonnenen Erfahrungen und Beobachtungen lieferten die Grundlage für das Buch, das somit in erster Linie aus didaktischen Erwägungen und den Bedürfnissen des Schulunterrichts hervorgegangen ist. Es ist dazu bestimmt, in die Wunderwelt einzuführen, die uns das Mikroskop enthüllt, wenn wir die einzelnen Teile des Insektenkörpers einem genaueren Studium unterziehen. Für Untersuchungen dieser Art sind durchaus keine komplizierten Methoden erforderlich, denn, wie der Verfasser in der Einleitung zeigt, lassen sich die gewünschten Präparate schon auf ganz einfachem Wege nach Mazeration der zu untersuchenden Teile mittels Kalilauge herstellen. Von der Schnittmethode und Färbetechnik konnte also für die hier in Betracht kommenden Zwecke Abstand genommen werden. Die Beschaffung des nötigen Untersuchungsmaterials bietet ebenfalls keinerlei Schwierigkeiten, weil es sich mühelos aus unseren häufigsten und bekanntesten einheimischen Insektenarten gewinnen läßt. In dem vorliegenden Praktikum sind hierfür Vertreter aus den wichtigsten Insektenordnungen, den Schmetterlingen, Käfern, Hautflüglern, Zweiflüglern, Netzflüglern nebst Pelzflüglern, Schnabelkerfen, Geradflüglern und Libellen gewählt. Gegenstand der Untersuchung bilden dabei immer die biologisch am meisten bemerkenswerten Teile des Insekts. So hat beispielsweise bei den Schmetterlingen folgendes Berücksichtigung gefunden: 1. Das Vollkerf (die Imago); Schuppen der Flügel. — Duftschuppen verschiedener Arten. — Fühler. — Facettenaugen. — Mundwerkzeuge. — Haftborste der Flügel. 2. Die Raupe; äußere Gliederung des Körpers. — Kopf. — Sinneswerkzeuge. — Mundwerkzeuge. — Spinnndrüsen. — Brustfüße. — Bauchfüße. — Atemlöcher. — Körperhaare. 3. Die Puppe; Cremaster. Da der Verfasser sich nicht mit einer trockenen Beschreibung der zu beobachtenden Einzelheiten begnügt, sondern es ihm besonders darauf ankommt, den Sinn und die Zweck-

¹⁾ Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 61, 296 (1905).

²⁾ Bodenkunde, 1. wie 2. Auflage, letzte Textseite (1905 und 1913).

³⁾ Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 37, 407/8 (1890).

mäßigkeit der bei einer mikroskopischen Untersuchung sichtbar werdenden Strukturen darzulegen, so finden sich im Text überall biologische Bemerkungen und Hinweise auf den Zusammenhang zwischen Organisation und Lebensweise. Die etwas ungleichmäßige Behandlung des Stoffes wird durch den Umstand, daß das Praktikum hauptsächlich für die Bedürfnisse des Schulunterrichts bestimmt ist, erklärlich. Aus diesem Grunde ist auf manche Organe, wie die Fortpflanzungswerkzeuge, die beim naturkundlichen Unterricht in den Schulen meistens nur wenig berücksichtigt werden, auch nur in einigen Fällen eingegangen worden. Ebenso zeigen sich die verschiedenen Insekten nicht ganz gleichmäßig behandelt, indem einige nur kurz besprochen wurden, während andere, wie z. B. die Honigbiene, als eines der am meisten differenzierten und gleichzeitig für den Menschen wichtigsten Insekten eine sehr eingehende Darstellung gefunden haben. Die große Zahl der geschickt gewählten Textfiguren erleichtert das Verständnis ungemein, und auch die Photogramme unter ihnen, die der Verfasser absichtlich eingefügt hat, „um dem Praktikanten die Arbeit einer selbständigen Abbildung seiner Studienobjekte nicht immer vorwegzunehmen“ können durchweg eine genügend klare Anschauung geben. So dürfte das Praktikum der Insektenkunde, das besonders für den Beginn des biologischen Studiums vortrefflich geeignet ist, sich bald viele Freunde erwerben.

R. Heymons, Berlin.

Kemnitz, M. von, Das Weib und seine Bestimmung.

Ein Beitrag zur Psychologie der Frau und zur Neuorientierung ihrer Pflichten. München, Ernst Reinhardt, 1917. 191 S. Preis M. 3,80.

Die Gegensätzlichkeit der Geschlechter ist in ihrer Unererschöpflichkeit ein immer interessierendes Gebiet. *Phylogenetisch* vielleicht näher zu erforschen durch die Mannigfaltigkeit der Beweisführungen, reizt es manche Forscher scheinbar mehr, da einzusetzen, wo die Spekulation beginnt, also wo sich das Material erst aus rein menschlichen Zuständen zusammensetzt, anstatt aus exaktbiologischen Grundsätzen die Basis zu schaffen. Auch dem Buche von M. v. Kemnitz, *Das Weib und seine Bestimmung* (Reinhardt, München 1917) mangelt diese angedeutete Grundlage; es ist ein Buch, das der Ärztin zum Trotz mehr den philosophischen Standpunkt aufsucht als den naturwissenschaftlichen und infolgedessen auch die entsprechenden Nachteile und Vorzüge hat.

Der Abschnitt „wissenschaftliche Forschung über weibliche Eigenart“ gliedert sich in die Anatomie, Physiologie und in die psychologische Erforschung des Weibes. Anatomie und Physiologie mit allen Statistiken sind in der Hauptsache dem kompilatorischen Werke von Havelock Ellis, „Mann und Weib“ entnommen, was zur Erschöpfung dieses Themas nicht genügt. Sätze, wie „Das Kind zeigt also Körper- und Schädelproportionen spät kommender Geschlechter, wenn man will, des ‚Übermenschen‘ an, während es in seinem weiteren Leben einem phylogenetischen Heimweh insofern Ausdruck verleiht, als die Größenverhältnisse seines Knochenbaues niederen Entwicklungsstufen immer ähnlicher werden“, überraschen zum mindesten aus dem Munde einer anatomisch geschulten Medizinerin. Auch daß die Frau „im Vergleich zum Manne eigentlich 340 g Hirn zu viel besitzt“ oder die Betrachtungen über das männliche und weibliche Gehirn sowie das etwas kurze Kapitel über die Muskulatur der Geschlechter sind irreführend.

Weit einsichtiger und tiefer ist der Teil, der über die Psychologie handelt. In ihren Beweisführungen stützt die Verfasserin sich in erster Linie auf die Untersuchungen von Heymanns, Die Psychologie der Frauen, dem sie aber das erschöpfende Urteil abspricht. Erst in dem Teil, in dem sie ihre selbständigen Anschauungen zum Ausdruck bringt, leistet sie Vorzügliches. Der Gedanke, daß die Frau in der aus bestimmten Gründen noch jungen Wissenschaft der Psychologie Bedeutendes leisten kann und wird, ist von der Verfasserin in durchaus klarer und scharf präzisierender Weise dargestellt. Hier gilt es in der bisher männlichen Wissenschaft eine Lücke auszufüllen durch das Weib, das seine Tauglichkeit, ja seine ausgesprochene Begabung auf allen Wissensgebieten der psychologischen Forschung, wie Psychiatrie, Pädagogik, Rechtswissenschaft und Sozialwissenschaft bereits bewiesen hat. — Geistvolle Gedanken über Verstandestätigkeit, künstlerische Produktion, Einfluß der Umwelt auf das Genie (S. 76), über Wollen und Handeln, ganz besonders über den Altruismus der Frau (S. 87) finden sich im ganzen Buche. Beachtenswert ist die großzügige Art, mit der die Verfasserin die Sexualität beider Geschlechter berührt. Die Unterschiede des Sexualtriebes sind einleuchtend sachlich erörtert (S. 91). — In einem zweiten Hauptteil wird die Stellung der Frau zum Manne und in der Geschichte kritisch beleuchtet. Die ursprüngliche Gynökokratie ist der Androkratie gewichen, weil die weiblichen Eigenschaften, wie z. B. der Altruismus, die Frauen zum Herrschen ungeeignet machen. Die Gynökokratie primitiver Völker aus dem männlichen Sexualtrieb verstehen zu wollen, geht nicht an; vielmehr wissen wir, daß die Mutterschaft resp. das Mutterrecht in erster Linie von ausschlaggebender Bedeutung war. Hingegen dürfen wir der Verfasserin zustimmen in dem Satz, daß „die Unterjochung der Frau bei einer Rasse direkt proportional ist der Stärke der Erotik und der Entwicklung der kriegerischen Tugenden (als Ausfluß des Herrscherwillens)“. Infolgedessen ist Amerika als das „Paradies der Frauenfreiheit“ zu nennen. Im Grunde ist die Unterjochung der Frau die glücklichste Lösung des Machtverhältnisses der Geschlechter. Sie war bisher möglich durch den Altruismus der Frau und ihre emotionelle Anlage, die ihr den „bescheidenen Glücksanteil mit ihrer Phantasie ausschmücken“ halfen. Am besten konnten sich die frigid Frauen in die bestehenden Verhältnisse fügen; ein Martyrium wurde das Leben erst, wo Selbständigkeit, starker Wille und ausgeprägtes Ehrgefühl beim Weibe auftrat. Sehr schön ist die Auffassung von Mutterschaft und geistigem Beruf im letzten Kapitel, das den scheinbaren Konflikt im Leben der modernen Frau als eine praktisch durchführbare Möglichkeit darstellt. — Es ist das Buch eines klugen, geistvollen Menschen, das in seiner Abgeklärtheit und Wissenschaftlichkeit beiden Geschlechtern viel zu geben hat. Über dem Ganzen vergißt man schließlich einige Unstimmigkeiten. Bis zu einem gewissen Grad ist dies Buch der erste wissenschaftliche Widerspruch gegen Moebius, dessen „physiologischer Schwachsinn des Weibes“ in durchaus unpolemischer Weise durch Tatsachen widerlegt wird, nämlich durch Betonung der *Gegensätzlichkeit* der Geschlechter, durch starkes Erfassen dessen, was das Weib in seiner Eigenart vom Manne unterscheidet; das ist bisher nirgends mit gleicher Verstandesschärfe ausgesprochen worden.

St. Oppenheim, Pasing b. München.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Das Chlorophyll als blutbildendes und belebendes Agens. (Emil Bürgi, *Therapeutische Monatshefte* 1918, Nr. 1 u. 2.) Für den Aufbau des Hämoglobinmoleküls sind im wesentlichen notwendig Eiweiß, Eisen und viergliedrige Pyrrolringe, die den Hauptbestandteil der prosthetischen Gruppe ausmachen. Solche Ringe sind sowohl im Blutfarbstoff, wie auch im Chlorophyll vorhanden, ob sie der tierische und der menschliche Körper auch aus den pyrrolhaltigen Aminosäuren des Eiweiß (Prolin, Tryptophan) zu synthetisieren vermag, ist dagegen fraglich. Verfasser erwähnt, daß die zuerst von Nencki betonte chemische Verwandtschaft zwischen Blattgrün und Blutfarbstoff nach neueren Untersuchungen (Willstätter und seine Schüler) nicht so groß ist, wie man früher annahm, daß aber für die Bildung von Hämoglobin aus Chlorophyll nur die Pyrrolringe des letzteren in Frage kommen. Blut ist wahrscheinlich auch blutbildend, hauptsächlich bei fleischfressenden Tieren. Menschen haben einen natürlichen Widerwillen gegen das Einnehmen von Blutpräparaten, die übrigens niemals reines Hämoglobin oder gar Hämatin sind und wegen ihres Plasmagehaltes sehr wohl auch schädliche Stoffe enthalten können. In einer großen Reihe von Versuchen, die zunächst an Kaninchen ausgeführt wurden, zeigte Verfasser die *hämoglobinbildende Eigenschaft* des Chlorophylls. Experimentell — durch Blutentzug sowie durch Phenylhydrazin — anämisch gemachte Tiere erlangten bei Chlorophyllzufuhr ebenso rasch ihr normales Blutbild, wie bei Eisenmedikation, am raschesten, wenn beide Stoffe zusammen gegeben werden. Bei nicht anämischen Tieren gelang es, das Blut mit Chlorophyll hämoglobin- und erythrocytenreicher zu machen. In klinischen Versuchen erwies sich das Chlorophyll, das zum Teil als solches, zum Teil mit Zugabe von sehr wenig Eisen ($\frac{1}{2}$ der gewohnten Dosis) verwendet wurde, als sehr wirksam, namentlich bei sekundären Anämien und bei Chlorosen. Das Blattgrün hat aber außerdem noch allgemein belebende Eigenschaften, die Verfasser nicht einzig und allein aus der blutbildenden Kraft erklären zu können glaubt. Experimentell ließ sich eine leichte Erregung der Herz- und auch der Darmtätigkeit nachweisen; wahrscheinlich ist eine bessere Ausnutzung der Nahrung bei Chlorophyllzugabe. Die durch vorläufige Untersuchungen noch nicht genügend abgeklärten Fragen über die Beeinflussung des allgemeinen Stoffwechsels durch das Blattgrün sind Gegenstand weiterer Forschung des Verfassers. Die belebende Kraft des Chlorophylls kommt auch beim Menschen zum Ausdruck, was Verfasser an Hand eines großen Krankenmaterials, das auszugsweise wiedergegeben ist, zeigt. Hebung des Allgemeinbefindens, größeres Kraftgefühl, Verschwinden von Müdigkeit treten, wenn während einiger Tage Blattgrün genommen worden war, regelmäßig ein. Eine milde, anregende Wirkung des Medikamentes auf das Herz konnte in vielen Fällen mit objektiven Methoden konstatiert werden. Verfasser erhielt diese Resultate zum größten Teil mit einem nach seinen Angaben hergestellten Präparate, das *Chlorosan-Bürgi* genannt und in der Schweiz schon seit zwei Jahren viel gebraucht wird. Verfasser redet auch einer *chlorophyllreichen Diät* das Wort, erwähnt aber, daß unsere Gemüse fast ausnahmslos chlorophyllarm sind. Es erscheint ebenso angezeigt, anämischen und schwächlichen Personen eine besondere Chlorophyll-

zugabe zu geben, wie man ihnen trotz des Eisengehaltes von fast allen Nahrungsmitteln besondere anorganische und organische Eisenpräparate gibt. Verfasser hat das *Chlorophyll* zunächst als *Ersatzmittel* betrachtet, diskutiert aber die Möglichkeit, daß es auch auf die blutbildenden Organe einen belebenden Einfluß ausübt. Es würde dann wie das Eisen sowohl durch Substitution, wie auch durch Anregung blutbildend wirken. Da Verfasser der Ansicht ist, daß ein Mittel, das dem Ersatz dient, durch die Substitution selbst auch erregt, spricht er von einem *Substitutionsreiz*. Daß das per os gegebene Chlorophyll tatsächlich resorbiert wird — wenn auch nicht immer vollständig —, wurde durch Stuhluntersuchungen, aber auch durch das Auftreten einer rot fluoreszierenden Substanz im Urin nachgewiesen. Hierüber sowie über die anderen wissenschaftlichen Grundlagen sollen bald eingehendere Publikationen näheren Aufschluß geben. *Autoreferat*.

Über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht. Die Bedingungen und Vorgänge der Nitratbildung im Kulturboden sind einigermaßen erschöpfend untersucht. Viel weniger gilt dies von den gleichen Prozessen in natürlichen Böden. Eine sehr sorgfältige Untersuchung über diesen Gegenstand erschien vor kurzem in den Mitteilungen aus der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens, Heft 13—14, 1917, deren Verfasser Prof. H. Hesselman ist¹⁾.

Da hier der Weg angegeben ist, wie man dieser in wissenschaftlicher und bodenkultureller Hinsicht wichtigen Frage auf den Grund geht — und es wäre zu wünschen, daß ähnliche Untersuchungen auch bei uns angestellt werden —, so möge hier versucht werden, die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung kurz darzustellen. Das Stickstoffproblem der natürlichen Böden zerfällt in zwei Kapitel, nämlich die Prozesse, die den Stickstoffgehalt des Bodens bedingen und die Prozesse, durch welche die komplizierten organischen Stickstoffverbindungen in einfachere leicht assimilierbare anorganische Verbindungen übergeführt werden. Zur Untersuchung der Nitrifikation in natürlichen Böden wurden folgende Methoden angewendet:

1. Prüfung des Vermögens einer Bodenprobe, eine zur Nitrifikation geeignete Ammonsulfatlösung zu nitrifizieren;
2. Bestimmung der Nitrifikation in Bodenproben, die in Erlmeyer Kolben aufbewahrt werden;
3. Ermittlung des Salpetergehalts der Pflanzen (mittels der Diphenylanilin-Schwefelsäure-Reaktion).

Auf diese Weise wurde nun folgendes festgestellt: Bezüglich der Nitrifikation im Boden zeigen die einzelnen Pflanzenformationen (Assoziationen) eine große innere Übereinstimmung. Z. B. die Haintälchen verhalten sich im ganzen Land gleich, sie zeigen ebenso in Schonen wie in Norrland einen bedeutenderen Nitratgehalt des Bodens. Ähnliche Übereinstimmungen ergeben sich hinsichtlich der aus edlen Laubbäumen gebildeten Bestände, der Erlenwälder, der moos- und flechtenreichen Nadelwälder (hier in entgegengesetztem Sinne). Allgemein können also als nitratreich gelten: Pflanzenassoziationen auf Boden, der von stark fließendem Wasser durchspült wird, nämlich Bestände edler Laubbäume (Buche, Eiche, Ulme, Esche), Erlenwälder

¹⁾ Die Arbeit umfaßt 190 S. (schwedischen) Text, 34 Seiten Tabellen, 30 Bilder und ein deutsches Resumé (25 S.).

(trotz deutlich saurer Reaktion) und Haintälchen — hier werden sogar Nitrate in den Pflanzen der Bodenvegetation angehäuft — ferner auch Laubwiesen und kräuterreiche Fichtenwälder (ohne Anhäufung von Nitraten in den Pflanzen der Bodenflora). Dagegen wird der Stickstoff *nicht* in Nitrate umgesetzt: im Boden moos- und flechtenreicher Nadelwaldvegetation. Hier bleibt der Abbau der organischen Stickstoffverbindungen bei der Bildung von Ammoniak stehen. Trotzdem wachsen, wie wir wissen, Kiefer und Fichte auf rothumusreichen, nicht nitrifizierenden Boden oft ausgezeichnet und bilden schöne und massenreiche Bestände, wobei sie sich offenbar bestenfalls mit Ammoniak oder organischen Verbindungen als Stickstoffquelle begnügen. Eine bedeutende Rolle bei den Nitrifikationsvorgängen spielt der Kalkgehalt des Bodens. In dem ausgesprochenen Podsolklima des nördlichen Schwedens macht sich aber die Einwirkung des Kalks auf die Vegetation oft nicht dort bemerkbar, wo der Kalk ansteht, sondern dort, wo er von dem Wasser geführt wird. Bei aller Genügsamkeit der Nadelbäume hinsichtlich ihrer Stickstoffversorgung, kann doch gelten, daß auch sie einen größeren Zuwachs auf kräftig nitrifizierendem Boden erkennen lassen. Es besteht daher die Aussicht, durch geeignete Bestandspflege Nitrifikation auch in solchen Böden herbeizuführen, wo sie von Haus aus nicht eintritt. Dies könnte eine beträchtliche Erhöhung der Produktion zur Folge haben.

Neger.

Über den Meteoritenfall vom 3. April 1916, 3½ Uhr nachmittags, berichtet A. Wegener in den „Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften in Marburg“, 14. Band, 1. Heft. Das Meteor wurde bei vollem Sonnenschein als große Feuerkugel auf einem Gebiet beobachtet, das etwa 270 km Durchmesser hat und im Süden vom Main, im Westen vom Rhein begrenzt wird. Die nähere Untersuchung ergab, daß die Gegend 4 km nördlich des Ortes Treysa, etwa 30 km ostnordöstlich von Marburg, dem Endpunkt der Bahn am nächsten lag. Das Meteor bewegte sich in 4 Sekunden ziemlich steil abwärts in einer Bahn, welche aus etwa 15° westlich von Norden gerichtet und um 55° gegen die Horizontale geneigt war. Das Erlöschen der Feuerkugel erfolgte 16,4 km hoch über dem Punkt der Erdoberfläche 9° 10' östlich Greenwich und 50° 57' nördlicher Breite. Der scheinbare Strahlungspunkt lag etwa bei 357° Rektaszension und 80° nördlicher Deklination im Cepheus. Als Höhe des ersten Erscheinens der Feuerkugel ergibt sich als Mittel aus 5 Beobachtungen 82,6 km, entsprechend der Bahnlänge 81,0 km. Da sich die Erscheinung indessen am hellen Tageshimmel abspielte, konnte das Meteor erst gesehen werden, als es bereits beträchtliche Lichtstärke erreicht hatte. Bei Nachtmeteoriten findet man meist viel größere Anfangshöhen. Die von der Erdstörung befreite geozentrische Geschwindigkeit betrug 16,3 km/Sek. Bei 107° Abstand des Strahlungspunktes vom Zielpunkt der Erdbewegung folgt daraus der heliozentrische Wert 37,5 km/Sek. Da sich die Nachweisungen nur auf die in den tieferen Schichten der Atmosphäre gelegenen Bahnteile beziehen, so ist zu erwarten, daß dieser Wert durch den Luftwiderstand entstellt ist. Wenn jedoch Wegener die Vermutung ausspricht, daß die wahre Geschwindigkeit ein Mehrfaches des gefunde-

nen Betrages gewesen sein könne, so überschätzt er den Einfluß des Luftwiderstands bedeutend. Die (a. a. O. S. 36) angeführten Zahlenreihen Schiaparellis, welche sich auf ballistische Erfahrungen gründen und eine nahezu gleichförmige Abnahme der Geschwindigkeit verlangen, werden durch die Beobachtungen an Meteoriten nicht bestätigt, insofern als bei letzteren die Abnahme auf einem großen Teil der Bahn recht gering ist und erst im Hemmungspunkt die Vernichtung der kosmischen Bewegung fast augenblicklich erfolgt. (Vgl. hierzu meinen Aufsatz „Über die kosmische Stellung der Meteore“ im 40. Heft des laufenden Jahrgangs.) Immerhin kann als sehr wahrscheinlich angenommen werden, daß die kosmische Bahn des hessischen Meteors nicht elliptisch, sondern hyperbolisch war.

Eingehend gewürdigt werden ferner die Lichterscheinungen. Die Angaben über die Farbe weichen zwar untereinander stark ab, doch herrschen die Bezeichnungen gelb und rot vor, im Einklang mit Wegeners noch unbestätigter Hypothese, daß das rote Licht eine Eigentümlichkeit solcher Meteore ist, welche in die zwischen 20 und 80 km Höhe angenommene Stickstoffsphäre eindringen. Der Durchmesser der Feuerkugel wurde auf fast 700 m bestimmt, wobei jedoch der jedenfalls starke Einfluß der Irradiation vorläufig noch nicht berücksichtigt werden kann. Auch gelangt vor allem die den Meteoriten umgebende Hülle glühenden Gases, nicht der feste Kern selbst, zur Beobachtung. Der Rauchschweif der Feuerkugel blieb fast eine Viertelstunde lang sichtbar, war erst geradlinig, nahm dann Wellen- oder Spiralform an und verschwand unter Auflösung in einzelne Wölkchen. Eine Windversetzung konnte nicht sicher nachgewiesen werden.

Der sehr starke Donner wurde einige Minuten nach der Lichterscheinung auf einem nahezu kreisförmigen Gebiet von etwa 50 km Radius gehört. Zwei vereinzelte Meldungen aus 120 km Abstand (Gegend von Meiningen) gehören wahrscheinlich einer Zone abnormer Hörbarkeit an. Die Mehrzahl der Berichte stimmt darin überein, daß zunächst einige starke Schläge erfolgten, denen sich ein langandauerndes Rollen anschloß. — Nach der Lichterscheinung wollen einige Beobachter bemerkt haben, daß ein dunkler Körper, der mehrfach mit einem Vogel (Habicht) verglichen wird, aus der zurückgebliebenen Rauchwolke zur Erde fiel. Wegener ist geneigt, darin den Meteoriten selbst zu sehen, was indessen doch recht zweifelhaft ist. Zwar finden sich ähnliche Beschreibungen in mehreren Berichten über ältere Meteoritenfälle. Bei den zur Erhärtung jener Ansicht angeführten Beispielen jedoch befanden sich die Beobachter so nahe am Fallort, daß sie das Geräusch des Einschlagens hörten und die aufgeworfene Erde sahen. Bei dem hessischen Meteor dagegen betrug der geringste Abstand eines jener Beobachter von der wahrscheinlichen Fallstelle immerhin noch 3 km. Ob aus dieser Entfernung ein Körper von einigen Dezimetern Durchmesser beim Absturz aus 16 km Höhe gesehen werden kann, ist höchst zweifelhaft. Allenfalls kann er schwerlich mit einem Vogel verglichen werden.

Dank der Bemühungen der Marburger naturwissenschaftlichen Gesellschaft gelang es nach fast einem Jahre, den 63 kg schweren, vorwiegend aus Nickel und Eisen bestehenden Meteoriten doch noch aufzufinden. (Siehe Heft 39.) C. Hoffmeister.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 22.

31. Mai 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Erinnerungen an Ernst Abbe und den Optikerkreis um ihn. Von *Prof. Dr. M. v. Rohr*, Jena. S. 317.
Ueber das Schwimmen der Fische. Von *Prof. Dr. Richard Hesse*, Bonn. S. 322.
Ueber das Protactinium. Von *Dr. Lise Meitner*, Berlin-Dahlem. S. 324.
Deutsche Bunsengesellschaft 1918. Bericht über die 24. Hauptversammlung in Berlin. Von *Dr. John Eggert*, Berlin. S. 326.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 329.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Ärztliche Behelfstechnik

Bearbeitet von

**Th. Fürst-München, R. Hesse-Graz, H. Hübner-Elberfeld, O. Mayer-Wien,
B. Mayrhofer-Innsbruck, K. Potpeschnigg-Graz, G. von Saar-Innsbruck,
H. Spitzzy-Wien, M. Stolz-Graz, R. von den Velden-Düsseldorf**

Herausgegeben von

Dr. Günther Freiherr von Saar

Privatdozent für Chirurgie in Innsbruck

Mit 402 Textabbildungen — Preis M. 24.—; gebunden M. 26.80

Außerdem wurde eine Feldpost-Ausgabe in 3 Teilen hergestellt. Preis M. 26.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Zeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.



Handbuch der Mineralchemie, herausgegeben von C. Doelter,

Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von G. Steinmann und O. Wilckens, Goldschmidt, V., Atlas der Kristallformen, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, liefert zur Erleichterung der Anschaffung auf Wunsch gegen erleichterte Zahlungsbedingungen. Anfragen erbeten an

Buchhandlung Hermann Meusser,

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von Erwin Freundlich

Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage

Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10 ccm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke

Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

31. Mai 1918.

Heft 22.

Erinnerungen an Ernst Abbe und den Optikerkreis um ihn.

Von Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.

Das kürzlich erschienene, von *F. Auerbach*¹⁾ geschriebene Leben *Ernst Abbes* hat mich zu den nachfolgenden Bemerkungen angeregt. Der Herr Verfasser hat seinen Helden unter den verschiedensten Gesichtspunkten gezeigt, die Jugendzeit, die Entwicklung, die Leistungen *Abbes* auf wissenschaftlichem, politischem und sozialpolitischem Gebiete, sowie schließlich den Ausgang dieses reichen Lebens geschildert. Auf Grund sorgfältiger Quellenstudien hat er eine große Menge Stoff beigebracht, der mindestens mir zu einem großen Teile unbekannt war, und auf den hingewiesen sei, wer die sehr wissenschaftlichen Einzelheiten von *Abbes* Leben und Werken kennen zu lernen wünscht. Seine persönlichen, sich über lange Jahre erstreckenden, freundschaftlichen Beziehungen zu seinem Helden befähigten ihn, wie wenige Lebende, zu seinem Vorhaben.

Ursprünglich zu einer Besprechung dieses Buches aufgefordert, habe ich mich mit Rücksicht auf den Leserkreis dieser Wochenschrift entschlossen, von der ganzen Darstellung nur einen Teil herauszugreifen, *Abbes* Stellung in der Technik und seine Beziehungen zu der Gruppe von Optikern, die sich in Jena um ihn gesammelt hat. Denn ich nehme an, daß Erinnerungen an den großen Mann von einem seiner Mitarbeiter auch in dieser Beschränkung der Mitteilung wert sind. Ich stütze mich dabei einmal auf das vorliegende Werk, daneben aber auch auf frühere Veröffentlichungen von anderen und mir selber. Wer andere meiner Schriften kennt, wird mir zutrauen, daß ich mich nach Kräften bestrebt habe, das Beigebrachte zu belegen²⁾. Ich habe aber auch meinen Aufsatz vorher der Leitung unseres Betriebes zugänglich gemacht, damit mich diese Herren, aus ihrer älteren oder genaueren Kenntnis *Abbes* heraus, auf Lücken oder Fehlschlüsse aufmerksam machen könnten. Bei meiner Darstellung halte ich mich an die Zeitfolge und werde es an einem Hinweise genug sein lassen, wenn die Ausführung einer bestimmten Gedankenreihe schon an anderer Stelle gegeben worden ist. *Abbes* eigene Schriften werde ich nach seinen gesammelten Abhandlungen aufführen.

Von besonderer Wichtigkeit scheint es mir, den verschiedenen, inzwischen hier und da aufgetauchten Erfindersprüchen anderer nachzugehen. Daß auch *Abbe* in seiner langen und reichen Tätigkeit Aufgaben in Angriff nahm, die — ihm unbewußt — schon vor ihm behandelt worden waren, ist von vornherein anzunehmen. In solchen Fällen hat es für mich schon lange einen besonderen Reiz gehabt, das ihm eigene aufzusuchen und seine Lösung mit der des Vorgängers zu vergleichen. Je größer die Bedeutung des Vorgängers war, um so höher ist dann die Freude des Jüngers an dem Fortschritt, den der Meister über das Bekannte hinaus gemacht hat.

Bei der Behandlung des Optikerkreises um *Abbe* werde ich über die Zeit nicht hinausgehen, in der er noch einigen Anteil an optischen Arbeiten nahm; es ist dabei allerdings unvermeidlich, daß seine jüngeren Mitarbeiter zu kurz kommen.

In technischer Hinsicht fand *Abbe* bei seinem Eintritt in die kleine¹⁾ optische Werkstätte des Jenaer Universitätsmechanikers *Carl Zeiß* ausschließlich praktische Optiker vor. War doch ein Versuch, den der Inhaber vorher gemacht hatte, seine Mikroskope nach wissenschaftlicher Vorschrift herzustellen, ergebnislos geblieben. Man verdankt *Czapski* (2, 104) den Hinweis, daß sich der Weimarer Mathematiker *F. W. Barfuß* auf diesem Felde versucht hatte. Man kann es ganz gut verstehen, daß *Carl Zeiß* gerade auf diesen Landsmann kam; waren doch seine Leistungen auf dem Gebiete der rechnenden Bestimmung von abbildenden Systemen nicht verächtlich, und eine seiner Veröffentlichungen (1) hatte eben die Aufhebung der sphärischen Abweichung in Mikroskopobjektiven zum Ziel; er verfolgte also den gleichen Weg, den zunächst auch *Abbe*, übrigens mit gleichem Mißerfolge, einschlug, und es war nicht die Vorbildung, sondern die Beanlagung, in der er hinter *Abbe* zurückstand. — Über den Inhaber der Werkstätte habe ich selber (9) vor einigen Jahren einen, auf *Abbes* Schriften gestützten Nachruf erscheinen lassen, auf den ich hier verweisen kann. — Unter den Arbeitern, die *Abbe* bei seinem Eintritte vorfand, stand an der Spitze *August Löber*, über den er sich (z. B. 1, 46, 3, 71, 98, 139) außerordentlich anerkennend geäußert hat; er hat seiner Wertschätzung insofern noch einen besonderen Ausdruck gegeben, als er sein Einkommen in einer ganz ungewöhn-

¹⁾ Nach einer photographischen Aufnahme der optischen Abteilung arbeiteten darin 1864 2 Gesellen und 5 Lehrlinge, so daß man unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die mechanische Abteilung größer war, auf einen Bestand von etwa 15 Angestellten kommt. Ich danke diese Angabe Herrn *Richard Toepfer*, dem optischen Betriebsleiter hier.

¹⁾ *Auerbach, Felix*, Ernst Abbe. Sein Leben, sein Wirken, seine Persönlichkeit, nach den Quellen und aus eigener Erfahrung geschildert. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1918. XV, 512 S., 1 Grav. und 115 Figuren. Preis M. 18,—, geb. M. 21,—.

²⁾ Im nachstehenden soll, je nach Bedürfnis, die Seiten- oder die Ordnungszahl oder beides in Klammern hinter dem Verfasser angegeben werden.

lichen Höhe festsetzte. Und es ist auch keine Kleinigkeit, wenn ein einfacher Arbeiter ein Verfahren wiederfindet, dessen Entdeckung man bei einem Meister wie *Fraunhofer* stets als ein schönes Blatt seines Ruhmeskranzes angesehen hat. Ferner ist für ein großes Unternehmen kaum weniger wert, wenn man einen Mann als mittelbaren oder unmittelbaren Lehrmeister aller tüchtigen Optiker der ersten fünfzig Jahre bezeichnen kann. Daß eine solche Persönlichkeit die eigene Bedeutung kennt, sie gelegentlich überschätzt und vorgefaßte Meinungen ungern aufgibt, ist menschlich verständlich und sehr verzeihlich.

Über den Zeitpunkt von *Abbes* Eintritt in die Werkstätte ist nicht ganz leicht eine bestimmte Angabe zu machen. Am frühesten ergibt sie sich wohl nach *Abbe* (3, 138), wonach man auf das Ende von 1867 kommt. Doch vielleicht bedeutet der dort gewählte Ausdruck „ich bin dabei gewesen“ noch nicht eine wirkliche Mitarbeit. Denn die richtige Auffassung der Beugung in ihrer Wichtigkeit für die Abbildung im Mikroskop scheint ihm (1, 275, 279) erst nach der Mitte des Jahres 1870 gekommen zu sein. Damit würde es sich denn erträglich vereinigen lassen, wenn er in dem später noch zu behandelnden Briefe an *Carl Zeiß* vom Frühjahr 1875 von einer vierjährigen, zu gering bezahlten Arbeit an den Objektiven sprach, der *Zeiß* seine gleichlange Mitarbeit an der Ausführung gegenüberstellte. Mir scheint das wahrscheinlicher, als etwa diese vier Jahre von 1871, dem Beginn der Arbeiten für den Verkauf, zurückzurechnen, womit man allerdings wieder auf den früheren Zeitpunkt käme, aber die dauernde und erfolgreiche Rechenarbeit *Abbes* zwischen 71 und 75, wovon auch *M. v. Rohr* (3, 66) gesicherte Kunde gibt, bliebe dann unberücksichtigt.

Die ersten Rechnungen *Abbes* an Mikroskopobjektiven legten, wie *Czapski* (2, 114) berichtete, ebenfalls das Hauptgewicht auf die Hebung der Abweichungen, und es zeigte sich bald, daß die Systeme mit weniger guter Strahlenvereinigung, aber größerem Öffnungswinkel wesentlich mehr leisteten. Hand in Hand mit den vorbereitenden Rechnungen ging der Bau von Einrichtungen zur Messung der Radien, Dicken und Abstände der Linsen sowie der Brechungsverhältnisse der Glasarten; namentlich das Refraktometer ist nach (2, 86) schon im Jahre 1869 im Gebrauch gewesen. Als dann, wie oben gesagt, wohl im Verlaufe des Jahres 1870, *Abbe* über die Bedeutung des Öffnungswinkels Klarheit hatte, konnte er die gewaltige Rechenarbeit (1, 146) leisten, die die Aufstellung der Mikroskopobjektive neuer Anlage erforderte, wozu Einzelheiten bei *Auerbach* (214) und *M. v. Rohr* (3, 66) nachgelesen werden können. Wie bereits bemerkt, hat seine Rechenarbeit in den ersten Jahren gar nicht ausgesetzt.

Der wirtschaftliche Erfolg zeigte sich überraschend schnell, wie *Abbe* (3, 138) davon in

einer sehr liebenswürdigen Weise berichtete. Er hat uns dort seine anfängliche Überraschung anschaulich geschildert, als ihm *Carl Zeiß* 1873 800 Taler Anteil am Reingewinn auf Grund der getroffenen Vereinbarungen auszahlte und für das nächste Jahr wesentlich mehr in Aussicht stellte. Für die Werkstätte war dieser Erfolg (3, 139) eine Notwendigkeit, da sich *Zeiß* von anderen überholt sah und von einem Fortarbeiten in alter Art nichtsersprießliches erwartete. Jene Vereinbarungen — es handelte sich nach *Auerbach* (215) um Anteile von 5 bis 20 % — wurden 1875/76 auf Anregung *Abbes* durch eine ihm günstigere Abmachung ersetzt. *Abbes* einleitender Brief scheint verloren zu sein, dagegen kennt man seinen Standpunkt aus der *Zeißischen* Antwort, die sich bei *Auerbach* (216—18) im wesentlichen findet. *Abbe* hatte damals das Eigentum an den Einzelheiten (Radien, Dicken, Abständen, Glasarten) der Anlage — wohl zum Zwecke gelegentlicher Veröffentlichung — und ein Drittel des Reinertrages der optischen Werkstätte (im Gegensatz zur mechanischen und zum Handelsbetriebe) gefordert, das damals auf $\frac{6000}{3}$ Taler = 6000 M. veranschlagt wurde. In seiner wirklich großdenkenden Antwort bot *Zeiß* seinem Mitarbeiter die stille Teilhaberschaft und damit ein Drittel des Reingewinnes von dem gesamten Unternehmen an, beanspruchte aber ganz entschieden jene Bestimmungsstücke der Objektive als gemeinsames Eigentum. *Abbe* ist auf diese Auffassung eingegangen und hat dann im Juli 1876 einen Vertrag unterzeichnet, in dem er stiller Teilhaber wurde und für die kommenden 9 Jahre auf $\frac{1}{3}$, danach auf die Hälfte des Reingewinns Anspruch hatte.

Keht man nun zu den wissenschaftlichen Ergebnissen zurück, die sich aus *Abbes* Wirken an der optischen Technik ergeben, so ist hier zuerst die Arbeit über die Bestimmung der Lichtstärke optischer Instrumente vom Jahre 1871 zu erwähnen. Sie ist leider nur als Bruchstück veröffentlicht, und ihr Verfasser war etwa 30 Jahre später nicht mehr imstande, mir anzugeben, was er damals im Schluß mitzuteilen beabsichtigte. Die Begründung seiner ungemein wichtigen Strahlungssätze führte ihn zu einer bewundernswürdig knappen Auseinandersetzung der Strahlenbegrenzung in zentrierten Systemen. Man wird heute diese Abhandlung um so höher bewerten, je mehr man berücksichtigt, wie wichtig diese Gedanken sind, und wie wenig Vorarbeiten dafür vorliegen. *Abbe* selbst hat 1882 (2, 192) darauf hingewiesen, daß zum Verständnis der Wirkung vorliegender Systeme, also in erster Linie für den Benutzer, eine Darlegung der Strahlenbegrenzung unerläßlich sei, und man wird heute diese Forderung nur unterstreichen können. Was aber die *Abbe* völlig unbekannten Vorarbeiten anlangt, so ging wohl der Genius *J. Keplers* 1604 und 1611 insofern noch über *Abbe* hinaus, als er wenigstens Ansätze zur Be-

rücksichtigung der Augendrehung machte, während die englischen Optiker des photographischen Objektivs mit *Th. Grubb* an der Spitze um 1860 herum zwar schöne Arbeiten auf ihrem Gebiete veröffentlichten, die ganz allgemeine Bedeutung der Aufgabe aber nicht ahnten. Immerhin ist es für die Abbesche Schule eine Freude, daß aus ihrer Mitte diese Schlüsse bis zu Ende verfolgt wurden, und daß sich so in Jena zuerst eine vollständige und auf *Abbes* Vorarbeiten beruhende Theorie der Strahlenbegrenzung auf Grund der Einführung der Schirmfläche bildete, der später die Berücksichtigung des von den Optikern lange vergessenen Keppler-Scheinerschen Drehpunkts mühelos eingefügt werden konnte.

Die nächsten, in die Zeit nach dem Angebot der neuen Objektive fallenden Veröffentlichungen behandelten die Ergebnisse der vorausgegangenen Forschungen für einen weiteren Kreis, und zwar erschienen zunächst die Beiträge zur Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung im Frühjahr 1873 und im Januar darauf die neuen Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper. Die erste dieser beiden Arbeiten lag, wie aus einem Briefe *Max Schultzes*, des Herausgebers des Archivs für mikroskopische Anatomie vom 8. Januar 1873 hervorgeht, schon seit dem Ende des vorangegangenen Jahres vor, und sie erschien nach einer Schlußbemerkung bei *H. Helmholtz* in seiner Arbeit im Jubelbande der Poggendorffschen Annalen im Aprilheft jenes Archivs. Daraus folgt dann weiter, daß jene Abhandlung *Abbes*, mit der *Helmholtz* in zwei davon unabhängigen Arbeiten manche Ergebnisse gemein hatte, auch vor dessen früherer Mitteilung, einem Berichte vom 20. Oktober 1873 in der Berliner Akademie, erschienen war, was gelegentlich bezweifelt worden ist. Die Übersendung eines Abzuges an *Helmholtz*, die *Abbe* wahrscheinlich nach seiner Kenntnisaufnahme von diesem früheren *Helmholtz*schen Bericht vornahm, führte zu dem Antwortbriefchen *Helmholtz*' vom 21. Januar 1874, dessen bei *Auerbach* (314) mitgeteilter Wortlaut die erste Berührung dieser beiden Männer belegt. Die Arbeit enthält (1, 52) die Sinusbedingung in einer besonders für das Mikroskopobjektiv bequemen Form, und dies biete hier den Anlaß zu einer geschichtlichen Würdigung vom Standpunkt der technischen Optik aus; dabei werde auch die Bemerkung *R. Steinheils* (1) von 1895 berücksichtigt, derzufolge *A. Steinheil* bereits Ende der 60er Jahre in photographischen Objektiven diese Bedingung erfüllt habe, allerdings ohne sie zu veröffentlichen. Bildet man die fünf Seidelsehen, übrigens wohl auch *Petzval* geläufigen Ausdrücke der Fehler dritter Ordnung, so läßt sich zeigen, daß der Ausdruck für die Koma in sphärisch korrigierten Systemen zu dem für die Sinusbedingung wird, und *Seidel* hat schon in einer nachgelassenen Arbeit das bei dem Fraunhoferschen Fernrohrobjektiv zu beobachtende, übrigens auch von *Abbe* (1, 219) her-

vorgehobene Verschwinden dieses Fehlergliedes als die Erfüllung der Fraunhoferschen Bedingung bezeichnet. Handelt es sich hier aber um ein System von kleiner Öffnung, so hat jedenfalls *J. Petzval* bereits 1840 in seinem sehr lichtstarken Porträtobjektiv und wahrscheinlich in dem Anfang der 60er Jahre (in seinem nur allzu spät bekannt gewordenen verkitteten Dyalten) nach *M. v. Rohr* (4, 4) die Sinusbedingung erfüllt, was dann für die Konstruktionen *A. Steinheils* nach der oben erwähnten Bemerkung auch gilt und durch die bei *M. v. Rohr* (1) mitgeteilten Rechnungsergebnisse bei dem lichtstarken Porträtaplanaten von 1875, dem Gruppenaplanaten von 1879 und den beiden Antiplaneten von 1881 bestätigt worden ist. Berücksichtigt man, daß *Abbe* selber durch einen lehrreichen Versuch die Erfüllung der Sinusbedingung an den brauchbaren Mikroskopobjektiven der tatonnierenden Optik festgestellt hatte, so wird man sagen können, daß die Sinusbedingung schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gelegentlich erfüllt wurde, daß aber ihre Bedeutung für optische Aufgaben erst von *Abbe* 1873 und 1879 ausgesprochen wurde. Über die Bedeutung der Sinusbedingung für die allgemeine Lehre von der Strahlung und über ihre Erweiterung mag man bei *Auerbach* (187) und bei *Czapski* (1, 128—132) nachlesen.

Zu gleicher Zeit mit diesen Arbeiten liefen die Vorlesungen *Abbes* an der Universität fort, und er hat darin schon früh Teile seiner Lehre, so die allgemeine Abbildungstheorie, kundgegeben, von denen die Allgemeinheit erst durch *Czapskis* später zu berührendes Buch erfuhr.

In dieselbe Zeit (1874) fällt das erste Patent, um das *Abbe* nachsuchte. Nach *Auerbach* (378) handelte es sich um ein Prozent-Refraktometer, dessen Verwendungsmöglichkeit in der Technik *Abbe* selber erprobt hatte. Nach seiner Vorschrift sollte es der Berliner Agent vor der Ausgabe des ersten Heftes der Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft einreichen, in dem die ausführliche Abhandlung über diese Einrichtungen erschien. Die Vorschrift wurde aber nicht eingehalten, und so mußte die Königlich Technische Deputation — nicht das Patentamt, das seine Tätigkeit für das deutsche Reichsgebiet erst im Juli 1877 aufnahm — als die Behörde, von der damals die in Preußen angemeldeten Patente bearbeitet wurden, das Gesuch ablehnen. Daran konnte auch eine spätere Beschwerde *Abbes* nichts ändern. Immerhin zeigt dieser überraschend frühzeitige Schriftwechsel mit jenem Amt, daß es ihm mit dem gesetzlichen Schutz auf Gegenstände technischen und gewerblichen Gebrauchs ebenso ernst war, wie mit der Schutzfreiheit seiner Neuerungen zu wissenschaftlicher Forschung. Diese Gesichtspunkte sind nicht selten von Wettbewerbern — wohl aus Unkenntnis — durcheinandergeworfen worden, und man hat gelegentlich auch den ideal gerichteten *Abbe* gegen seine engherzigeren Nachfolger ausgespielt, während es gerade durchaus in

seinem Sinne ist, daß neuartige Erfindungen nicht eigentlich wissenschaftlicher Verwendung den ihnen zu ermöglichenden Schutz auch wirklich erhalten. Er ist selber mit den photographischen Objektiven, durch deren Herstellung sich der Betrieb zum ersten Mal auf ein neues Gebiet ausdehnte, sofort eben in diesem Sinne vorgegangen, und er hat später, im Herbst 1898, sogar eine eigene Patentabteilung unter *E. Dönitz* (geb. 21. Oktober 1857, gest. 23. Juni 1912) begründet.

1876 besuchte er die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate zu London und erstattete in dem 1878 von *A. Hofmann* herausgegebenen Sammelwerke über die damalige Lage und die Aussichten des Mikroskopbaues einen Bericht, wie eben er allein ihn verfassen konnte. Diese Arbeit hat, von ihrer sonstigen Bedeutung abgesehen, für *Abbes* Lebenswerk die bedeutende Folge gehabt, 1879 die Verbindung mit *O. Schott* anzuregen. Auf derselben Reise trat er auch schon in Verbindung mit englischen Mikroskopikern, und diese Beziehungen wurden noch enger, als er 1879 seinen zweiten Besuch in London abstattete. Die Londoner mikroskopische Gesellschaft, der alle seine dortigen Freunde als Mitglieder angehörten, zeigte allem Anschein nach den gleichen Vorzug, eine Reihe Gleichgestimmter zu gemeinschaftlicher, fruchtbarer Arbeit zusammenzuführen, den man den photographischen Gesellschaften dieses Landes, namentlich in den 50er und 60er Jahren, vor entsprechenden Vereinigungen in Frankreich und dem deutschen Sprachgebiet nachrühmen konnte. Diese Gesellschaft hat für uns das Verdienst, *Abbe* in den Jahren von 1879 bis 1889 von Zeit zu Zeit zu eingehenden Äußerungen über sehr verschiedenartige Fragen der Mikroskopie veranlaßt zu haben. Bis auf die letzte dieser Mitteilungen hat er seine Beiträge gleich in englischer Sprache abgefaßt, worauf *H. Ambronn* in seiner musterhaft sorgfältigen Herausgabe des ersten Bandes der *Abbeschen* Abhandlungen (I, VI) deutlich hingewiesen hat. Was die heutige Bedeutung jener Mikroskopiker für die Werkstätte angeht, so schildert sie Herr Dr. *A. Köhler* in der folgenden Weise:

„Ein großer Teil der Mitglieder dieser Gesellschaften benutzte das Mikroskop nicht berufsmäßig, auch diente es vielen nicht lediglich als ein Hilfsmittel unter anderen, das zur Lösung bestimmter naturwissenschaftlicher Fragen anzuwenden war, sondern das Arbeiten mit dem Mikroskop an sich stand bei diesen Männern, die sich in ihren Mußestunden mit mikroskopischen Beobachtungen befaßten, im Vordergrund des Interesses. Das findet seinen Ausdruck schon in den verschiedenen Typen, die den Aufbau des Mikroskops in England und auf dem Kontinent kennzeichnen. Dort große Instrumente von imponierendem Äußeren, mit allen möglichen Vorrichtungen zum Bewegen des Objekts und zum Regeln der Beleuchtung eingerichtet, hier aber, als Beispiel das Hartnacksche große Stativ, das

mit seiner einfacheren Einrichtung nur den — damaligen — Bedürfnissen wissenschaftlicher Untersuchung Rechnung trug. Mit jenen vielseitig ausgestatteten Instrumenten bemühten sich jene Mikroskopiker, von ihren Probeobjekten durch sorgfältige Anwendung aller Kunstgriffe die günstigsten Bilder zu erzielen. Und sie haben dabei Hilfsmittel geschaffen und Arbeitsmethoden ausgearbeitet, die auch bei uns in dem Maße mehr und mehr Eingang gefunden haben, als neben die subjektive Beobachtung mit dem Mikroskop die photographische Aufnahme der Bilder und die objektive Darstellung im Hörsaal trat. Denn gerade bei diesen neueren Anwendungen des Mikroskops erwiesen sich z. B. feine mechanische Vorrichtungen zum Bewegen des Objekts und zum Aufsuchen bestimmter Stellen des Präparats, besonders aber Einrichtungen und Methoden zur genauen Regelung der Beleuchtung mehr oder weniger als unersetzlich. Der Forscher dagegen, der das Mikroskop bei seinen anatomischen oder physiologischen Arbeiten zur direkten Beobachtung benutzt, für den die mikroskopische Untersuchung nicht Endzweck, sondern Mittel zum Zweck ist, wird für die laufenden Arbeiten solche Hilfsmittel vielfach entbehren können, oder von ihnen keinen Gebrauch machen. Er wird zufrieden sein, wenn er einwandfrei und deutlich dasjenige sieht, was für das Ziel seiner Untersuchung wichtig ist; in vielen Fällen wird es ihm sogar die Natur der Präparate oder der Gang der Untersuchung gar nicht gestatten, durch zeitraubende Manipulationen die letzten geringfügigen Mängel etwa der Deckglaskorrektur oder der angewandten Beleuchtung bis zu dem Grade zu beseitigen, wie es bei der Beobachtung eines unveränderlichen und genau bekannten Probeobjekts möglich ist.“

„Es ist leicht zu verstehen, daß *Abbes* Arbeiten in den Kreisen dieser Gesellschaften die größte Beachtung fanden, allerdings nicht nur Beifall, sondern auch heftigen Widerspruch. Die Fragen über die Apertur und die Erörterungen über die Beugung des Lichts an mikroskopischen Präparaten, ja an beleuchteten Objekten jeder Art, setzten Kenntnisse in der Physik voraus, über die viele Mikroskopiker nicht oder nicht mehr verfügten, auch widersprachen ja die Folgerungen aus jener Theorie vielfach der eingebürgerten Anschauung, die sich dem Unbefangenen zunächst als die wahrscheinlichste darbietet: daß nämlich die mikroskopische Wahrnehmung stets grundsätzlich mit der Wahrnehmung des unbewaffneten Auges übereinstimme, und daß hier wie dort genau die gleichen Regeln anwendbar seien. Auf der anderen Seite haben sich aber auch viele Mitglieder dieser Gesellschaften in die *Abbeschen* Lehren vertieft und sie zum Teil durch interessante neue Versuche erläutert. Als ein wenn auch mehr negatives Verdienst des in jenen Kreisen laut gewordenen Widerstands gegen *Abbes* Anschauungen ist es jedenfalls anzusehen, daß

Abbe durch ihn veranlaßt worden ist, seine Ansichten über einzelne Punkte ausführlicher in dem *Journal of the Royal Microscopical Society* darzulegen. Fast die Hälfte seiner Abhandlungen, die das Mikroskop betreffen, sind in dieser Zeitschrift erschienen.“

In Deutschland hat Abbe vor einer mikroskopischen Gesellschaft unmittelbar nicht gesprochen; er hat sich 1880 der Zeitschrift für Mikroskopie wohl zu einer gelegentlichen Mitteilung bedient, aber seine Wirkung auf die deutschen Fachkreise erfolgte mittelbar durch die von Abbe wesentlich geförderte Schrift des Gießener Professors L. Dippel. Die scharfe Besprechung, die dessen „Grundzüge“ aus der Jenaer Werkstätte heraus (in der Ztschr. f. Instrumentenkde. 1885, 5, 367—69, 405—08) erfahren haben, war nach zuverlässiger mündlicher Überlieferung gar nicht im Sinne Abbes. Ganz abgesehen von der großen Bedeutung seiner Vergleichung vieler heimischer und fremder Systeme nach Abbes Verfahren behält gerade für das Jenaer Werk Dippel auch als Vermittler der neuen Lehre eine größere Bedeutung als jener Kreis der englischen Freunde. Die Mikroskopiker, die von 1894 ab die entsprechende wichtige Abteilung des Betriebes nach außen hin vertraten, A. Zimmermann und H. Ambros, haben aus Dippels Büchern gelernt, und A. Köhler, auf den eine so ungemein erfolgreiche Entwicklung des Mikroskops und der Projektionsysteme zurückgeht — ich denke dabei namentlich an seine mikrophotographische Einrichtung mit ultravioletttem Licht, die er Abbe noch vorgeführt hat —, war Dippels Schüler. Die Unterstützung, die Abbe freiwillig und gern Dippel bei der Abfassung seiner Schriften gewährte, hat hier also seinem Unternehmen reiche Früchte getragen, und das Urteil optisch erfahrener Mikroskopiker über Dippels Werke lautet heute wesentlich anders als in jener Besprechung.

Keht man nun zu der Leitung der optischen Werkstätte¹⁾ zurück, so fällt in das Jahr 1878 die erste allgemeine Anwendung der Strahlenbegrenzung, und zwar ist sie in dem Aufsatz zur mikroskopischen Messung (1, 165—72) enthalten. Im nächsten Jahr erschien nach M. v. Rohr (3, 66) das erste Zeißische System der homogenen-Immersion, das eine mühevollte Nachforschung nach Immersionsflüssigkeiten nach sich zog. Hierbei hat sich Abbe bereits (1, 186) fremder Unterstützung bedient, und die Arbeit häufte sich so, daß er (1, 482) seinen ersten Assistenten, Dr. P. Riedel, zu Meßzwecken gewann. Es sei gleich hier bemerkt, daß dieser nach außen wenig wirkende Physiker in der Werkstätte wichtige Pflichten ausübte, daß er die Immersionsflüssigkeiten und

Kittarten sowie die Versilberungsverfahren überwachte, die Geißlerschen Röhren für die Meßapparate herstellte und vor allen Dingen die optischen Messungen für das bald darauf gegründete Glaswerk vornahm. — Sehr erstaunt war ich, als ich jetzt bei der Vorbereitung dieses Aufsatzes fand, daß Abbe schon damals an die Ausdehnung seines Betriebes dachte. Vor mir liegt seine Handzeichnung für ein besonders kurzes Taschenfernrohrchen 4-facher Vergrößerung einfachster Anlage aus dem November 1879. Daß dieser Versuch zu keiner Herstellung in großem Maßstabe führte, wird man heute dem Umstande zuschreiben können, daß Abbe von der Keppler-Scheinerschen Entdeckung des Augendrehpunkts keine Kenntnis hatte, die der Werkstätte erst 1901 durch A. Gullstrand vermittelt wurde.

Ziemlich um dieselbe Zeit muß das stereoskopische Okular (1, 244—272) geplant worden sein, dessen Veröffentlichung Abbe eine ganz wichtige Auseinandersetzung über die orthoskopische und die pseudoskopische Wiedergabe durch solche Vorkehrungen sowie über die Abbildungstiefe der Mikroskope folgen ließ. Die Mittel, die hier zur Spaltung der vom Objektiv ausgehenden Strahlen verwandt wurden, hatte allerdings der englische Optiker F. H. Wenham schon 1866 beschrieben, und er hatte nach M. v. Rohr (6, 73—74) schon früh den schönen Gedanken ausgesprochen, die stereoskopische Wirkung durch eine Abblendung im Augenraum herbeizuführen. Gerade aus dieser neuen Behandlung eines alten Gedankens kann man erkennen, wie viel weiter Abbe ging; er hat eben einen Weg eingeschlagen, auf dem seine Schule später den eigentlichen Grund für die Pseudoskopie ganz allgemein angeben und diese Erscheinung folgerichtig als eine Verwirklichung der bei Einzelsystemen nicht vorkommenden rückläufigen Abbildung hinstellen konnte.

Aber den Haupttrug in Abbes Plänen nehmen jetzt, im Anfange der achtziger Jahre, die Vorarbeiten zur Glasschmelzung ein, über die Auerbach (238—47) dankenswerter Weise manche bisher unbekannte Einzelheiten beigebracht hat. Eine andere Quelle neueren Datums eröffnete ein kleiner Aufsatz K. Martins (1). Danach hat Abbe in jener Vorbereitungszeit auch Emil Busch, den Leiter der damals in Preußen für Heereslieferungen allein arbeitenden optischen Werkstätte zu Rathenow über seine Pläne auf dem Laufenden gehalten. Das hatte eine Eingabe Buschs an die preußischen Behörden zur Folge, worin die Wichtigkeit eines deutschen Glaswerks auch für diese, für das Heer beschäftigte Anstalt betont wurde. Daß in der Tat der Heeresbedarf bei der Begründung der an den preußischen Landtag gerichteten ungewöhnlichen Forderung, einen ausheimischen Betrieb zu unterstützen, eine besondere Rolle spielte, kann man auch aus der Befürwortung durch den Abgeordneten R. Virchow ersehen, die zu einem Teil bei Auerbach (239) abgedruckt worden ist. Für den Angehörigen des

¹⁾ Auch hier, verdanke ich dem obengenannten Herrn R. Toepfer die Kenntnis ganz bestimmter Arbeiterzahlen, wiederum auf Grund einer photographischen Aufnahme. Es handelte sich dort 1878 um 39 Erwachsene und 8 Lehrlinge, doch mögen 3 Personen gefehlt haben. 21 davon waren Angehörige der optischen Abteilung.

Jenaer Glaswerks bietet ein Gefühl froher Genugtuung die Erwägung, daß diese Anstalt in der ernstesten Gegenwart auch auf ihrem Gebiet Sorge getragen hat, dem Heere zu geben, was es bedurfte. Früher unbekannte Quellen zur älteren Glasgeschichte habe ich selber (8) in größerem Umfange erschließen können; *Abbe* würde mit Genugtuung namentlich von der Freigebigkeit Kenntnis genommen haben, mit der man in England um das Ende der 20er Jahre die Schmelzkunst zu fördern suchte. Freilich gelang es trotz der hohen Mittel — sie waren nach dem darüber vorliegenden Bericht doppelt so hoch als die nach *Auerbach* (240) dem Jenaer Unternehmen vom preußischen Staate gewährten — und trotz dem Arbeitseinstreben eines *Faraday* nicht, die heimische Glasbereitung in merklicher Weise zu fördern. Über die umfangreichen Vorarbeiten *Abbes* innerhalb des Zeißischen Betriebes habe ich (9) gehandelt und auch der hierher gehörigen Erkenntnis von *J. Petzval* und *L. Seidel* gedacht, die *Abbe* nicht aufgefallen zu sein scheint.

In diese Zeit lebhaftester Vorbereitung auf dem Gebiete des optisch verwertbaren Rohstoffes fiel der Eintritt *Siegfried Czapkis*, der nach den Ortsangaben des deutschen Patents 30 045 zwischen Anfang Juli 1884 und Anfang Januar 1885, nach mündlicher Angabe Beteiligten in den Herbst 1884 anzusetzen ist. Über seine Bedeutung als Optiker des Abbeschen Kreises habe ich (5) schon in meinem Nachruf auf ihn gehandelt, so daß ich mich hier darauf beschränken kann, zu wiederholen, daß er in der Vermittlung Abbescher Ideen große und dauernde Verdienste hat. Daß wir über Abbes Anschauungen in der geometrischen Optik und der Instrumentenkunde gut unterrichtet sind, ist auf die Tätigkeit dieses ihm persönlich am nächsten stehenden Schülers zurückzuführen, und da, wo dessen Tätigkeit aussetzte, wie in der Abbeschen Beugungstheorie, sind wir lange Jahre ohne eine eingehende Darstellung geblieben.

(Schluß folgt.)

Über das Schwimmen der Fische.

Von Prof. Dr. Richard Hesse, Bonn.

Wenn man in der Natur nach Bewegungsformen sucht, die sich mit dem Fluge der Flugmaschine oder mit dem des Luftschiffes vergleichen lassen, so findet man sie sonderbarerweise nicht in der Luft, sondern im Wasser. Der Mensch schwimmt zwar im Wasser mit Bewegungen seiner Arme, die denen des Vogelflügels beim Flug ähnlich sind, aber er fliegt durch die Luft so, wie ein Fisch schwimmt.

Wie das aktive Fliegen in der Luft auf Erzeugung von Luftwiderstand beruht, so beruht das Schwimmen auf Erzeugung von Wasserwiderstand. Die Gesetze, nach denen sich Körper in Wasser und Luft bewegen, sind bei beiden gleich. Beide,

die tropfbar flüssigen wie die luftförmigen Körper, haben die leichte Verschiebbarkeit der Teilchen gemein. In beiden erleidet der Körper einen Auftrieb, d. h. er verliert so viel an Gewicht, als das Gewicht der verdrängten Wasser- oder Luftmasse beträgt — nur daß die Luft 760 mal so leicht ist als das Wasser, ihre Tragfähigkeit also 760 mal geringer. In beiden wächst der Widerstand, den eine bewegte Platte findet, im gleichen Maße wie die Fläche der Platte sich vergrößert, aber er wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, mit der die Platte bewegt wird.

Freilich sind bei der so leichten Verschiebbarkeit der Luftteilchen gegeneinander viel größere Geschwindigkeiten erforderlich, um in der Luft einen Widerstand zu erreichen, der genügende Lasten zu tragen vermag, als im Wasser. Aber dafür setzt die Luft auch der Fortbewegung eines Körpers einen entsprechend geringeren Widerstand entgegen und gestattet somit viel höhere Geschwindigkeiten; ein so kräftiger Schwimmer wie der Lachs macht im Durchschnitt in der Sekunde 0,8 m¹), dagegen eine Biene 7 m, eine Taube 19 m, ein Flugzeug sogar bis 39 m.

Wie beim Flugzeug und beim Luftschiff der Antrieb durch den Propeller des Motors ein beständiger und die Geschwindigkeit daher eine gleichmäßige ist, so auch beim Fisch — im Gegensatz zu dem rhythmisch unterbrochenen Antrieb und der ungleichmäßigen Geschwindigkeit beim Vogel. Man hat schon vielfach in der Tierreihe nach Bewegungsarten gesucht, die sich mit dem Antrieb durch die Schraube vergleichen ließen. Es gibt aber, so viel wir wissen, keine *genauen* Parallelen dazu; aktive Rotationsbewegung eines Körperteils, jener der Schraube vergleichbar, kennen wir nirgends bei den Metazoen; das ist eine Erfindung, die zu dem Sondergut des Menschen zählt. Aber der Antrieb, den sich ein Fisch im Wasser gibt, läßt sich am *ehesten* mit der Schraubenwirkung vergleichen. Bei der Drehung der Schraube wird eine Fläche, die gewundene schiefe Ebene der Schraubenwindung, beständig in der Richtung der Schraubenachse verschoben; man sieht das leicht an einer auf einen Papierzylinder aufgezeichneten Schraubenlinie. Wenn die Schraube sich im Wasser dreht, schreiten diese Flächen wie Ruder fort und finden dabei Widerstand des Wassers, der sie in entgegengesetzter Richtung verschiebt. Freilich ist bei den Schrauben unserer Dampfer und bei den Luftschrauben der Flugzeuge die Schraubenwindung sehr kurz, nur ein Bruchteil einer vollen Windung, und daher ist dort diese Erscheinung nicht so auffällig. Ganz ähnlich schreiten über

¹) Ein gezeichneter Lachs legte bei der Talwanderung in 24 Stunden durchschnittlich 9,5 km zurück, also 1,1 m/sec (D. Fisch.-Ztg. 21, S. 638); ein aufsteigender Lachs machte nach *Metzger* (*Grote, Vogt, Hofer*, Süßwasserfische von Mitteleuropa S. 265) in 82 Stunden 136 km, also 0,46 m/sec. Unter der Voraussetzung gleicher Strömungsgeschwindigkeit wäre demnach die Eigengeschwindigkeit des Lachses 0,78 m/sec.

den Körper des Fisches Schlängelungen wellenartig von vorn nach hinten fort (Fig. 1); jede Schlängelwelle drängt das Wasser vor sich her wie ein Ruder, dessen Höhe von der Höhe des Fischkörpers abhängt und dessen Breite der Amplitude der Schlängelwelle gleich ist. Beim Aal, wo die Höhe dieses „Ruders“ gering ist, muß die Breite um so bedeutender sein. Beim Karpfen dagegen ist die Höhe größer, die Breite dafür geringer; seine Wirkung wird hier aber wesentlich dadurch erhöht, daß die Wellen mit größerer Geschwindigkeit fortschreiten, wodurch sie einen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunehmenden Widerstand erfahren.

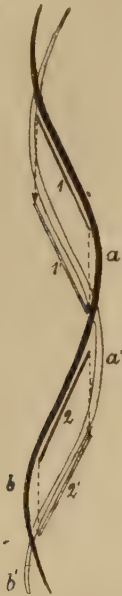


Fig. 1. Wenn der schlängelnde Körper aus der schwarzen in die hellgezeichnete Lage übergeht, verschiebt sich der Wellenberg *a* nach *a'*, das Wellental *b* nach *b'*; dabei bewegt sich gleichsam das „Ruder“ 1 in die Lage 1', 2 in 2'.

Die Vergleichbarkeit zwischen dem Schwimmen der Fische und dem Fliegen der Menschen geht aber noch weiter. Wie wir die Flugzeuge von den Luftschiffen unterscheiden, indem jene schwerer als die Luft sind, diese leichter als die Luft, oder besser gleichschwer wie die Luft in der höchsten von ihnen erreichten Luftschicht sind, so haben wir auch Fische, die schwerer als das Wasser, und solche, bei denen das Gewicht der verdrängten Wassermasse dem des Körpers gleicht. Jenes sind die Fische ohne Schwimmblase, vor allem die Selachier (Haie und Rochen) und eine kleine Anzahl Knochenfische, dieses die überwiegende Mehrzahl der Teleostomen, bei denen das Übergewicht des Körpers durch die luftgefüllte Schwimmblase ausgeglichen wird. Und wie die Bewegungen des Menschen in der Luft mit jenen beiden Maschinen sich unter ungleichen Bedingungen und Erscheinungen abspielt, so ist auch das Schwimmen dieser zweierlei Fische ver-

schieden. Wir können den Knochenfisch im unbewegten freien Wasser ruhig an einer Stelle stehen sehen, ohne daß er irgendwelche Bewegungen macht, den Goldfisch im Fischglas, den Karpfen im Teich — wie ein Luftschiff; aber ein Hai sinkt — wie ein Flugzeug — zu Boden, wenn er sich nicht von der Stelle bewegt. Ein Knochenfisch kann beliebig langsam schwimmen, ein Hai braucht ein bestimmtes Mindestmaß von Eigengeschwindigkeit, um mit seiner Vorwärtsbewegung einen Wasserwiderstand gegen seine Unterfläche zu erzeugen, dessen aufwärts gerichtete Teilkraft sein Übergewicht ausgleicht und ihn so zu tragen vermag — dieselben Unterschiede wie bei Luftschiff und Flugzeug.

Daher brauchen auch die Selachier und die Knochenfische ohne Schwimmblase besondere Tragflächen, die dem Widerstande des Wassers einen Angriffspunkt bieten, und zwar um so größere, je geringer ihre Geschwindigkeit ist. Überall bei den Selachiern ist die Bauchfläche abge-

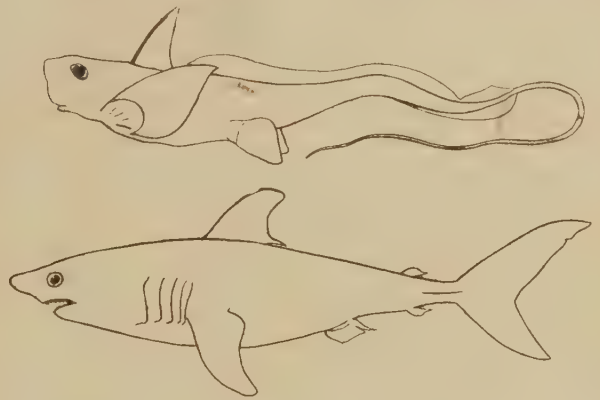


Fig. 2 u. 3.

flacht und breit, beim wagrecht stehenden Tiere nach vorn gegen die Schnauzenspitze unter spitzem Winkel ansteigend. Die paarigen Flossen, besonders die Brustflossen, dienen zur Vergrößerung der Unterfläche und sind daher viel größer als bei den meisten Knochenfischen und viel stärker durch Skeletteile gestützt. Am stärksten ist die Unterfläche vergrößert bei dem Zitterrochen mit seiner geringen Antriebskraft (während die meisten übrigen Rochen abweichend von anderen Selachiern durch Bewegungen der großen Brustflossen schwimmen); besonders groß sind auch die Brustflossen bei der Seekatze (*Chimaera*, Fig. 2) mit ihrem schwachen Ruderschwanz; aber auch gute Schwimmer unter den Haien, wie der Blauhai (*Carcharias glaucus*) und der Heringshai (*Lamna cornubica*, Fig. 3) haben verhältnismäßig große Brustflossen. Auch die schwimmblasenlosen Cottiden (Fig. 4, *Megalocottus*) unter den Knochenfischen haben einen breiten, unterseits flachen Vorderkörper und große Brustflossen.

Bei den Fischen mit Schwimmblase sind die paarigen Flossen hauptsächlich Steuerruder, den

Höhensteuern der Luftschiffe vergleichbar, und die Körpergestalt unterliegt nicht solchen Beschränkungen, wie bei den Selachiern: wir finden daher hier allerhand Körperformen, runde (z. B. Forellen) und flache (z. B. Brachsen), bandförmige (Regalecus) und scharfkielige (z. B. Hering), solche mit spitzem oder mit stumpfem Kopfe. Für das Schweben im Wasser ist hier die Körpergestalt gleichgültig; nur die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung wird dadurch beeinflusst.

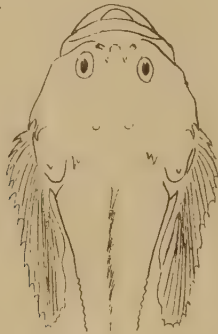


Fig. 4.

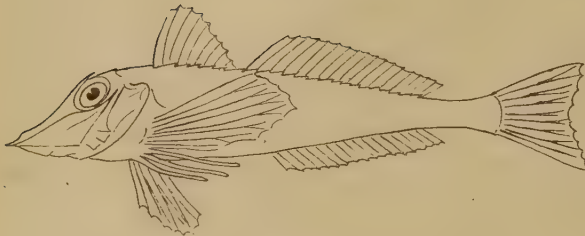


Fig. 5.



Fig. 6.

Und wie die Flugzeuge, die schwerer sind als Luft, eine größere Geschwindigkeit erreichen als die Luftschiffe, weil ihre Vorwärtsbewegung auf — im Verhältnis zu ihrer Masse — geringeren Luftwiderstand stößt, so sind auch unter den Fischen diejenigen, die die höchsten Geschwindigkeiten erreichen, solche ohne Schwimmblase: einmal die großen Haie, wie der äußerst schnelle Heringshai, und unter den Knochentfischen die Familie der Makrelen, wie die Makrele selbst, der Bonito, der Thunfisch. Die Muskeltätigkeit des Thunfisches beim Schwimmen ist so lebhaft, daß seine Binnentemperatur die des umgebenden Wassers um 10° C

übertrifft. Bei so starkem Antrieb ist eine geringere Unterfläche nötig, um den erforderlichen Auftrieb zu bekommen; daher sind die paarigen Flossen bei den Makrelen klein und können vollständig in Gruben eingelegt werden, so daß die Reibung des Fischkörpers an dem umgebenden Wasser möglichst vermindert wird.

Wie aber die Flugzeuge unter Abstellung ihres Motors im Gleitfluge heruntergehen können, so gibt es auch bei den Fischen, die schwerer sind als Wasser, ein Gleitschwimmen, wie man es bei den kleinen Haien in geräumigeren Aquarien leicht beobachten kann. Ein solches Gleitschwimmen haben wir aber auch bei solchen Fischen mit Schwimmblase, die ihre Blase durch kräftige Muskeltätigkeit sehr stark zusammenpressen und verkleinern und dadurch schnell ein bedeutendes Übergewicht erlangen können. Das sind die Knurrhähne (Trigliden, z. B. Trigla, Fig. 5) und Flughähne (Cephalacanthiden); bei ihnen sind zwei starke seitliche Muskeln an der Schwimmblase vorhanden. Zur Ausführung des Gleitschwimmens aber brauchen sie eine große Unterfläche, und diese wird erreicht durch ihre mächtigen Brustflossen — die also in enger Beziehung zu jener Muskelausrüstung der Schwimmblase stehen. Wegen dieser großen Flossen hat man den Flughahn (*Dactylopterus volitans*, Fig. 6) fälschlich als fliegenden Fisch angesehen; *Lo Bianco* (Mitt. der Zool. Station zu Neapel 13, S. 558) stellt fest, daß dafür keine Beobachtung vorliegt; er ist eben ein Gleitschwimmer.

Über das Protactinium.

Von Dr. Lise Meitner, Berlin-Dahlem.

Die Frage nach dem Ursprung des Actiniums hatte in den letzten Jahren wieder besonderes Interesse gewonnen. Seine relativ kurze Lebensdauer (Frau Curie schätzte aus direkten Abklingungsmessungen die Halbwertszeit auf etwa 30 Jahre) ließ keinen Zweifel daran, daß das Actinium kein primäres Element sein könne und stellte die radioaktive Forschung vor die Aufgabe, seine Muttersubstanz aufzufinden. Diese Aufgabe ist kürzlich von *Hahn* und *Meitner* gelöst worden. Die Verfasser konnten die langgesuchte Substanz in radioaktiv reinem Zustand herstellen und die Entstehung des Actiniums aus ihr einwandfrei nachweisen. Für die neue Substanz wurde der Name *Protactinium* gewählt. Da dieses nicht nur ein langlebiges radioaktives, sondern ein neues chemisch verarbeitbares Element darstellt, so bin ich gern der Aufforderung der Redaktion gefolgt, kurz darüber an dieser Stelle zu berichten.

Durch die Auffindung der sogenannten Verschiebungsregel, die gestattet, aus der chemischen Natur und Strahlenart einer Muttersubstanz auf die chemische Natur der Tochtersubstanz und

umgekehrt zu schließen, war die Zahl der Entstehungsmöglichkeiten des Actiniums sehr eingeschränkt worden. Da durch Diffusionsversuche von *v. Hevesy*, chemische Versuche von *A. Fleck* und durch eine Arbeit von *Hahn* und *Meitner* über das Radioactinium gezeigt worden war, daß Actinium aller Wahrscheinlichkeit nach ein dreiwertiges Element sei, kam als Muttersubstanz des Actiniums nur ein α -strahlendes fünfwertiges oder ein β -strahlendes zweiwertiges Element in Betracht.

Soddy und andere vermuteten zuerst in dem von *Russell* hypothetisch eingeführten fünfwertigen Ur X_2 die gesuchte Muttersubstanz. Als aber *Fajans* und *Göhring* das Ur X_2 fanden und zeigten, daß es ein β -strahlender Körper von weniger als 2 Minuten Lebensdauer ist (weshalb es von den Entdeckern den Namen Brevium erhielt), wurde auf die zweite Möglichkeit zurückgegriffen, daß die Muttersubstanz des Actiniums ein zweiwertiges Element sei. Von bekannten Substanzen kam dafür nur Radium in Betracht. Aber die Versuche von *Soddy* einerseits, von *Fajans* und *Paneth* andererseits, in alten Radiumpräparaten Actinium nachzuweisen, verliefen absolut negativ. Da auch Versuche von *Göhring*, in der Pechblende ein fünfwertiges langlebiges Element zu finden, nicht zum Ziele führten, so war die Frage nach dem Ursprung des Actiniums vorerst ungelöst.

Hahn und *Meitner* hatten gleichwohl im Anschluß an frühere Arbeiten an der Fünfwertigkeit der Muttersubstanz des Actiniums festgehalten und sich bei der Suche nach derselben von der Voraussetzung leiten lassen, daß sie als langlebiges Isotop des Ur X_2 , also als höheres Homologes des Tantals, im wesentlichen dessen Reaktionen folgen würde. Nachdem Versuche mit 25 Jahre altem Urannitrat, ebenso wie Aufschlüsse mit tantalhaltigen Mineralien wie Columbit und Samarskit nicht zu eindeutigen Ergebnissen geführt hatten, wurde als Ausgangsmaterial der in Salpetersäure unlösliche Rückstand der Pechblende gewählt. Dieser Rückstand enthält nur Spuren von Jonium, Radium und Radioblei, dagegen neben Kieselsäure praktisch die Gesamtmenge der tantalähnlichen Substanzen des Ausgangsmaterials, also wohl auch eine Anreicherung des gesuchten Mutterelementes gegenüber den anderen radioaktiven Elementen der Pechblende. Man konnte hier daher viel günstigere Bedingungen für das Auffinden der neuen Substanz erwarten, als bei der direkten Verarbeitung der Pechblende.

Der Rückstand wurde mit einigen Milligramm Tantalsäure versetzt und mit Flußsäure behandelt, die Flußsäure nach abfiltrieren der ungelösten Bestandteile eingedampft und mit Schwefelsäure abgeraucht. Der Abrauchrückstand wurde mit konzentrierter Salpetersäure gekocht, wobei schließlich nur die tantalähnlichen Substanzen ungelöst blieben. Bei diesen mußte sich der Voraussetzung

nach die gesuchte Muttersubstanz befinden. Das so erhaltene Präparat zeigte auch in der Tat eine α -Strahlung geringer Reichweite und eine mit wachsender Zeit zunehmende durchdringendere α -Strahlung, die von der allmählichen Entstehung des Actiniums und seiner Folgeprodukte herührte.

Der einwandfreieste Beweis, daß die Muttersubstanz des Actiniums vorliegt, ist in der Nachbildung seiner charakteristischen Emanation und seines aktiven Niederschlages gegeben. Um diesen Beweis zu erbringen, bedurfte es der Verarbeitung größerer Mengen Ausgangsmaterial, für welches sich nach eingehenden Versuchen die Rückstände der Radiumverarbeitung als geeignet erwiesen. Nachdem mit den so gewonnenen Präparaten der qualitative Nachweis der Entstehung der Actiniumemanation und des aktiven Niederschlages eindeutig erbracht war, wurden zu quantitativen Messungen noch etwas größere Mengen herangezogen, deren erstmalige Verarbeitung Herr Professor *Giesel* freundlicher Weise in seinem Fabrikbetrieb durchführte, indem er 1 kg Rückstände einmal dem oben beschriebenen Prozeß unterwarf. Es ergaben sich dabei 16 gr Substanz, die von *Hahn* und *Meitner* durch mehrmaliges Wiederholen des Prozesses gereinigt wurden. Schließlich wurden 73 mg eines rein weißen Pulvers erhalten, das neben dem Protactinium wohl nur Erdsäuren enthielt. Die Messung der Nachbildung der Emanation und des aktiven Niederschlages des Actiniums aus dem neuen Element führte zu den erwarteten Resultaten. Die anfangs nicht nachweisbare Emanation war einige Tage nach der Herstellung des Präparates gerade merkbar und ist seither im Verlaufe von 4 Monaten auf das 500-fache des ursprünglichen Wertes gestiegen. Der Anstieg erfolgt entsprechend der verhältnismäßig langen Lebensdauer des Actiniums geradlinig und wird noch Jahrzehnte lang in derselben Weise vor sich gehen. Entsprechende Resultate ergaben sich auch für die Nachbildung des aktiven Niederschlages.

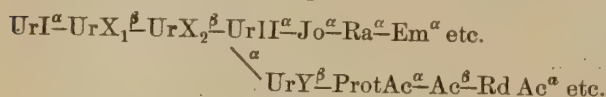
Um auch die vom Protactinium ausgesendeten α -Strahlen zu charakterisieren, wurden mit zwei verschiedenen Präparaten Reichweitebestimmungen ausgeführt und für die Reichweite bei 0° C und 760 mm Druck der Wert 3,31 cm erhalten. Aus der Beziehung, die zwischen der Lebensdauer einer Substanz und der Reichweite ihrer α -Strahlen besteht, folgt aus der für die α -Strahlen des Protactiniums gefundenen Reichweite, daß seine Halbwertszeit mindestens 1200 Jahre und höchstens 180 000 Jahre betragen muß.

Die Aktivität des stärksten Präparates war Gewicht für Gewicht rund 100 mal so stark wie Uran, ein Beweis, daß das Präparat die Substanz nur in sehr verdünntem Zustande enthält und zum größten Teil aus Erdsäuren besteht. Eine Trennung von diesen ist noch nicht versucht worden, soll aber in Angriff genommen werden, wenn

die äußeren Umstände die Aufarbeitung größerer Mengen Ausgangsmaterial gestatten werden.

Mit dem Protactinium ist das letzte radioaktive Element von langer Lebensdauer, das bisher noch im Zerfallschema gefehlt hatte, aufgefunden. Es ist ein neues Element, das sich in chemisch verarbeitbaren Mengen wird herstellen lassen. Aus den Grenzwerten für die Lebensdauer des Protactiniums und dem Prozentsatz der Uranatome, die sich in die Actiniumreihe umwandeln, kann man berechnen, daß 50 kg Uran mindestens 1 mg und höchstens 150 mg Protactinium enthalten können. Vergleicht man mit Radium, so besagt dies, daß aus derselben Uranmenge, aus der 1 g Radium hergestellt werden kann, mindestens 60 mg und höchstens 9 g Protactinium zu gewinnen sein werden.

Nach Herstellung größerer Mengen wird auch die Aufnahme des Spektrums und die Bestimmung des Atomgewichtes des Protactiniums durchführbar sein. Die Festlegung des Atomgewichtes würde dann die bisher noch unentschiedene Frage lösen lassen, ob die *Abzweigung der Actiniumreihe* beim Ur I oder beim Ur II eintritt. Der letztere Fall ist aus theoretischen Gründen der wahrscheinlichere, so daß vermutlich das folgende Schema das richtige sein dürfte.



Schließlich sei noch erwähnt, daß die Herstellung starker Protactiniumpräparate auch die *Reindarstellung des* (aus diesem gebildeten) *Actiniums* gestatten wird, die bisher an der Schwierigkeit der Abtrennung des Actiniums von den seltenen Erden scheiterte. Schon jetzt liegt in den älteren Rückständen der Radiumverarbeitung, da sie nur geringe Mengen seltener Erden enthalten, ein geeignetes Material vor, nicht nur für die Gewinnung des Protactiniums, sondern auch des Actiniums.

Deutsche Bunsengesellschaft 1918.

Bericht über die 24. Hauptversammlung in Berlin.

Von Dr. J. Eggert,

Assistent am Phys.-Chem. Institut der Universität Berlin.

Am 9. April 1918 hat die Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie im Hörsaal der Deutschen Chemischen Gesellschaft ihre 24. Hauptversammlung abgehalten. Nach Begrüßung der ansehnlichen Versammlung durch den Vorsitzenden Herrn Professor Dr. Hans Goldschmidt erfolgte die Verleihung der Bunsen-Denkmünzen an Geheimrat Professor Dr. Haber (Berlin), Dr. Bosch (Ludwigshafen) und Geheimrat Professor Dr. Duisberg (Leverkusen). Satzungsgemäß lag es den Empfängern dieser Denkmünze ob, einen Vortrag aus ihrem Arbeitsgebiet zu halten. Haber, der durch seine Unter-

suchungen des Ammoniakgleichgewichtes hervorragenden Anteil an der erfolgreichen Lösung der Stickstofffrage im Kriege besitzt, schilderte „Das Verhältnis zwischen Heereswesen und exakten Naturwissenschaften“. Er stellte fest, daß das Zusammenarbeiten beider — solange es Kriege geben wird — zur Notwendigkeit geworden ist und gab ein systematisches Bild der modernen Kampfmittel, indem er die ihnen eigene Verwendungsart unter allgemeinen Gesichtspunkten zusammenfaßte. Bosch, der die Ergebnisse der Haberschen Untersuchungen technisch zu verwirklichen verstand, gewährte einen fesselnden Einblick in die großzügige Verarbeitung des synthetischen Ammoniaks zu Düngesalzen, mit der ein wichtiges Gebiet künftiger Friedensindustrie in Angriff genommen ist. Duisberg, der sich um die Organisation der Großindustrie unvergängliche Verdienste erworben hat, sprach über die Herstellung künstlichen Kautschuks im großen.

Nach diesen drei Ehrenvorträgen begann Herr Geheimrat M. Leblanc (Leipzig) die Reihe der übrigen Ankündigungen mit „Demonstrationen von Gegenständen aus Gummi nach neuem Regenerationsverfahren“. Ihm folgte Herr Geheimrat Th. Paul (München) mit einem Vortrag „Über den Säuregrad des Brotes“, der aus dem Arbeitsgebiet der neu gegründeten deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München hervorgegangen ist. Wie erinnerlich, hatte derselbe Forscher auf der vorigen Hauptversammlung das Thema „Über den Säuregrad des Weines“ behandelt. Als Maßeinheit für den Säuregrad war die Menge mg-Wasserstoffion definiert worden, die in einem Liter des flüssigen Lebensmittels enthalten ist. Während damals der Wein der Untersuchung direkt unterworfen werden konnte, mußte ihr in diesem Falle ein unter bestimmten Bedingungen vorgenommener wässriger Auszug (mit 1 l Wasser) aus dem zu untersuchenden Brot (200 g) zugrunde gelegt werden. Die Bestimmung des Säuregrades erfolgte nach der klassischen Methode der Beschleunigung der polarimetrisch beobachteten Rohrzuckerinversion. So hatte sich ergeben, daß der Säuregrad der deutschen Weißweine zwischen 0,15 und 1,6 mg Wasserstoffion in 1 l liegt. Erstaunlicherweise liegt also in dem Säuregrad der verschiedenen Weine nur ein Unterschied im Verhältnis 1 : 10 vor. Unsere Geschmacksorgane sind also im allgemeinen nicht imstande, ein wesentlich größeres Säuregradgebiet zu beherrschen, denn die Weine mit den geringsten Säuregraden machen bei der Geschmacksprobe den Eindruck, als ob sie keine Säure enthalten und diejenigen mit dem höchsten Säuregrad schmecken so sauer, daß sie auf der Grenze der Genießbarkeit stehen. Demgegenüber erreicht der Säuregrad des Brotes in den bisher beobachteten Fällen nach obiger Definition noch nicht den Wert 0,1, Kriegsbrot sogar nur 0,03 bis 0,04. Wenn das Urteil unserer Geschmacksorgane hierin abweicht, so besitzt die

seinen Grund wohl in den veränderten Auslaugebedingungen beim Genuß des Brotes. — Sehr wertvoll für die Untersuchung waren die in verblüffend einfacher Weise herstellbaren neuen Ultrafilter von Prof. *Wolfgang Ostwald*, die die Filtration der Kolloide enthaltenden Auszüge gestatten.

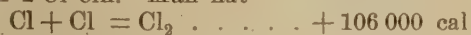
Prof. *H. Bechhold* (Frankfurt) sprach dann „Über Grundfragen der Adsorptionstherapie“. Er stellte fest, daß die zur Entfernung von Bakterien bei Magen- und Darmerkrankungen sowie Wundinfektionen verwendeten Adsorptionsmittel wie Kohle, Bolus u. a. auf die Bakterien Wirkungen von rein physikalischem Charakter ausüben. Wie sich aus quantitativen Messungen, nämlich aus der Zählung von Plattenkulturen, die mit bakterienbeladenen Adsorbentien hergestellt waren, ergab, ist die desinfizierende Wirkung der Pulver lediglich von der Größe der Oberfläche des Adsorbens abhängig, und damit zeigt sich Tier- und Pflanzenkohle gegenüber den anderen Adsorbentien weit überlegen. Weitere Untersuchungen zeigten, daß durch Veränderung der Oberfläche die Bakterienadsorption alteriert wird. Da die adsorbierenden Pulver als „Bakterienfallen“ zu betrachten sind, so erwies es sich als möglich, durch entsprechenden Überzug, mit der Adsorption eine Keimabtötung zu verbinden.

Es folgte ein Vortrag von Prof. Dr. *L. Wöhler* (Darmstadt) „Über die Schmelzelektrolyse von Natrium- und Kaliumamid“; Art der Zerlegung, Schmelzpunkt, Leitfähigkeit und Zersetzungsspannung der Körper werden eingehend untersucht.

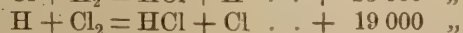
Anschließend behandelte Herr Geheimrat *Nernst* (Berlin) das Thema: „Zur Anwendung des photochemischen Äquivalentgesetzes von Einstein“.

Das Einsteinsche photochemische Äquivalentgesetz liefert die Beziehung $\frac{Q}{h \cdot \nu} = N$, d. h. für jedes aufgenommene $h \nu$ kommt ein Molekül zur Umsetzung. Für die Zersetzung von Bromwasserstoff und Jodwasserstoff hat *Warburg* die Gültigkeit des Gesetzes geprüft. Im Fall des Chlorknallgases wird eine ungeheuer viel größere Anzahl von Molekülen umgesetzt, als dem Einsteinschen Gesetz entspricht. Diese scheinbare Unstimmigkeit läßt sich folgendermaßen erklären:

Durch die Belichtung tritt die Spaltung von Cl_2 in 2 Cl ein. Man hat:



Daraus folgt



Wendet man die aus dem Nernstschen Wärmesatz abgeleitete Näherungsformel auf die zwei letzten Gleichungen an, so zeigt sich, daß die Chloratome mit Wasserstoffmolekülen unter Bildung von Chlorwasserstoff und Wasserstoff-

atomen, letztere wieder mit Chlormolekülen unter Bildung von Chlorwasserstoff und Chloratomen reagieren. Ein einziges gespaltenes Chlormolekül kann also eine große Anzahl weiterer Moleküle umsetzen. Fände man einen Akzeptor, der die Chloratome aufnähme, so würde die Umsetzung nach dem Einsteinschen Gesetz verlaufen.

Es ist gelungen, dies für das Brom nachzuweisen. Durch Anwendung von Hexahydrobenzol, das sich als Akzeptor für Bromatome als sehr geeignet erwies, gelang es, eine befriedigende Übereinstimmung mit dem Einsteinschen Gesetz zu erreichen.

Nach einer zweistündigen Pause sprach Herr Direktor *Schaller* von der Aktien-Gesellschaft Julius Pintsch (Berlin) „Über Glimmlichtlampen von geringem Wattverbrauch für Signal- und Kontrollzwecke“. Es handelt sich um eine Lösung des Problems, niedrigerkerzige Lampen mit geringem Wattverbrauch für Normalspannungen herzustellen. Metallfäden sind für diese Zwecke nicht verwendbar, da sie sich nicht bis zu beliebiger Feinheit ausziehen lassen. Die vorliegende Lampe stellt einfach ein Neon-Entladungsrohr mit Vorschaltwiderstand dar, bei dem der Elektrodenabstand so gering ist, daß die positive Lichtsäule nicht zur Ausbildung gelangt. Wird die Kathode als Fläche in der Form etwa eines hängenden Glühstrumpfes ausgebildet, so läßt sich die Röhre zwanglos in die Normalgestalt einer gewöhnlichen Glühlampe bringen.

Anschließend behandelte Dr. *F. Schröter* (Berlin) (Mitarbeiter des Vorredners) eine andere Art elektrischer Edelgaslampen; „Eine Neonbogenlampe für Gleichstrom“. Die Lampen, die ebenfalls für gebräuchliche Lichtspannungen eingerichtet sind, arbeiten nach dem Prinzip der Quecksilberdampflampen und besitzen eine Kathode aus leichtflüchtigem Metall, das nahe bei der Verdampfungsstelle wieder verdichtet wird. Der Lichtbogen (0,5 Watt pro Hefnerkerze) wird durch das ionisierte Edelgas gebildet und sichert der Lampe durch seine günstige spektrale Zusammensetzung die Anwendung für Signalzwecke und auf dem Gebiet der Effektbeleuchtung.

Hierauf sprach Dr. *Eggert* (Berlin) „Über Acetylsilber“. Dieser Körper nimmt unter den bekannten Explosivstoffen insofern eine Sonderstellung ein, als er gemäß seiner chemischen Formel Ag_2C_2 beim Zerfall nur feste Bestandteile liefert. Der dabei auftretende Knall ist daher nur auf die plötzliche Erwärmung der umgebenden Luft zurückzuführen und verschwindet, sobald sich die Detonation im Vakuum abspielt. Dennoch konnte gezeigt werden, daß gewisse Präparate von Acetylsilber Gase entwickeln, die von Verunreinigungen herkommen. Durch quantitative Untersuchung der im Vakuum entstandenen Explosionsgase gelang es, die Art und den Grad der fremden Beimengungen festzustellen und die erhöhte sprengtechnische Wirkung des un-

reinen Acetylsilbers gegenüber dem reinen zu zeigen.

Herr Dr. *Paneth* (Wien) behandelte das Thema „Zur Frage des Wismutwasserstoffs“. Aus seinen Versuchen ergibt sich die Existenz eines dem Arsen und Antimonwasserstoff analogen gasförmigen Wismutwasserstoffs.

Danach sprach Herr Professor *Schall* (Leipzig) „Über die anodische Esterbildung bei den Mononitrobenzoesäuren“. Er stellt außer der bereits nachgewiesenen Kohlenwasserstoffbildung ein weiteres elektrolytisches Parallelverhalten der aromatischen Säuren zu den Fettsäuren fest.

Herr Professor *Ruff* (Breslau) sprach in einem längeren zusammenfassenden Vortrage „Über Carbide“. Das Verhalten von Oxyden und Metallen im elektrischen Vakuumofen gegen Kohlenstoff ist eingehend untersucht worden. Das Ergebnis ist folgendes: Bei hinreichend hoher Temperatur lassen sich alle Oxyde in einer mit Kohlenstoff gesättigten Wasserstoff-, Stickstoff- oder Kohlenoxydatmosphäre bis zu den Elementen reduzieren oder in zugehörige Carbide verwandeln. Neben den von *Moissan* hergestellten Carbiden, die fast sämtlich sich nach völliger Sättigung der Grundstoffe mit Kohlenstoff aus dem Schmelzfluß ausscheiden, existieren noch viele andere von verschiedener Zusammensetzung, die je nach der Temperatur und der Kohlenstoffkonzentration an Kohlenstoff gesättigt und nicht gesättigt sind. Vergleicht man sie mit den Kohlenwasserstoffen, so kommen bis jetzt nur die Formen CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 und C_4H_{10} in Frage.

Die Wertigkeit der Metalle ist in den Carbiden meist kleiner als die gewöhnlich angenommene, die Schwermetalle erscheinen besonders häufig einwertig. Kohlenstoff kommt in den Carbiden 4, 3, 2 und 1wertig vor. Mit zunehmender Konzentration des Metalls wie des Kohlenstoffs ist eine Abnahme der Wertigkeit zu verzeichnen. Was die Temperaturbeständigkeit anlangt, so finden sich bei den festen und flüssigen Carbiden alle Möglichkeiten verwirklicht. Beim Verdampfen zerfallen alle Carbide mehr oder weniger weit. Je positiver dabei das Metall ist, umso beständiger erweist sich sein Carbid.

Herr Geheimrat *Gumlich* (Charlottenburg) sprach „Über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften des spez. Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung“. Es wurden mehrere käufliche Eisensorten, Fischersches Elektrolyteisen und Legierungen von reinem Eisen mit Kohlenstoff, Silicium, Aluminium und Mangan in steigendem Prozentgehalt physikalisch und mikrographisch untersucht.

Die Fortsetzung der Sitzung am nächsten Tage begann mit einem Vortrag von Herrn Prof. *Hönigschmid* (München) „Über neuere Atomgewichtsbestimmungen“. Zur Klärung der Frage der Verbindungsgewichte des Bleis wurde Blei

aus Thorit und Thorianit untersucht. Das aus dem Thorit hergestellte nahezu reine Thorblei ergab, wie erwartet, ein sehr hohes Verbindungsgewicht, nämlich 207,90. Außer diesem Thorit wurden verschiedene Bleiprobe aus Ceylonthorianit untersucht, für die die Verbindungsgewichte 207,21; 206,91; 206,84 ermittelt wurden. Sämtliche Verbindungsgewichte sind um einige Einheiten in der ersten Dezimale niedriger als die theoretisch berechneten, es lassen sich daher aus den Resultaten keine sicheren Schlüsse ziehen. Fernerhin wurde eine Revision des Atomgewichts des Scandiums durch Analyse des Bromids vorgenommen. Es wurden zwei Scandiumpräparate untersucht, die die Atomgewichte 45,105 und 45,098 ergaben. Als internationaler Wert für Scandium kommt also 45,1 in Frage, der von dem bisherigen (44,1) um eine Einheit abweicht.

Anschließend gab Herr Prof. *Fajans* (München) einen „Beitrag zur Kenntnis und Auffassung der isotopen Bleiarten“.

Um den Begriff des chemischen Elements aufrecht zu erhalten, müssen, wie der Vortragende bereits früher ausgeführt hat, die Isotope als verschiedene Elemente desselben chemischen Typus aufgefaßt werden. Dabei ergibt sich die Definition: „Ein chemisches Element ist ein Stoff, der durch kein physikalisches oder chemisches Mittel in einfachere zerlegt und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt wurde.“ Eine Schwierigkeit bei der Anwendung dieser Definition ergibt sich nur bei den keine eigene Radioaktivität aufweisenden Bleiarten mit Verbindungsgewichten zwischen 206,0 und 207,77, von denen man eine größere Anzahl aus Thor und Uranmineralien isoliert hat. Diese verschiedenen Bleisorten darf man jedoch nicht als eine ganze Reihe neuer Elemente ansehen, sondern sie sind Gemische von nur drei Elementen, nämlich von Uranblei (Atomgewicht 206,0), gewöhnlichem Blei (207,2) und Thorblei (208,1). Der Vortragende liefert zunächst einen Beitrag zur Frage des aus Thormineralien stammenden Bleis. Das aus einem norwegischen Thorit isolierte Blei, das man als ein Gemisch von Thorblei und Uranblei ansehen muß, weicht in seinem berechneten Verbindungsgewicht von dem von *Hönigschmid* bestimmten nur wenig ab. Bei den aus Uranmineralien stammenden Bleiarten muß man annehmen, daß sie Gemische von Uranblei und gewöhnlichem Blei sind, und in diesem Fall muß, wie gezeigt wird, für Blei aus Uranmineralien vom gleichen geologischen Alter zwischen der vom Radium D herrührenden β -Strahlenaktivität des Bleies und seinem Verbindungsgewicht eine einfache Beziehung bestehen. Zur Prüfung wurde die β -Aktivität dreier Bleipräparate aus Joachimsthaler Pechblende gemessen und die erwartete Beziehung qualitativ vollkommen und quantitativ annähernd bestätigt gefunden. Damit kann als erwiesen gelten, daß die betreffenden Bleiarten keine Elemente, sondern nur Gemische sind.

An dritter Stelle sprach Fräulein Dr. *Meitner* (Berlin) „Über die Muttersubstanz des Actiniums, ein neues radioaktives Element von langer Lebensdauer“, nach gemeinsamen Versuchen mit Prof. *Hahn* (Berlin).

Es folgte Herr Professor *Bodenstein* (Hannover) mit einem Vortrag „Über die Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Stickoxyd und Sauerstoff“. Die an und für sich sehr rasch verlaufende Reaktion braucht erheblich mehr Zeit zur Vollendung bei niedrigem Druck. Es wurden bestimmte Mengen Stickoxyd und Sauerstoff in ein leergepumptes Gefäß eingelassen, durch eine rollende Porzellankugel gemischt und die Geschwindigkeit der Umsetzung durch Beobachtung der Druckabnahme an einem Bromnaphthalinmanometer verfolgt. Die Gesamtdrucke betrugen höchstens 250 mm Bromnaphthalin. Bei solchem Druck ließen sich die Geschwindigkeitsmessungen mit genügender Sicherheit ausführen. Man hat es mit einer Reaktion dritter Ordnung zu tun. Die Konstanten ergaben sich mit steigender Temperatur ausgesprochen fallend. Zusatz von Wasserdampf, Schwefeldioxyd und Stickstoffdioxyd üben keinen Einfluß auf die Reaktion aus.

Herr Prof. *Weigert* (Leipzig) behandelte das Thema „Zur Kenntnis der Phototropie“. Unter Phototropie versteht man die Eigenschaft verschiedener organischer Stoffe, sich im Licht reversibel zu färben. Diese Färbung geht durch Wärme oder auch durch solche Lichtstrahlung zurück, die

von den neuen bei der Färbung entstandenen Banden absorbiert wird. Diese Erscheinungen sind auf den kristallisierten Zustand beschränkt. Für die Versuche wurde farbloses β -Tetrachlor- α -Ketonaphthalin benutzt. Es zeigten sich bei der Untersuchung mit polarisiertem Licht verschiedene Banden, die als Kontrastbanden bei der Untersuchung von Lösungen des Stoffes in Äther und Benzol auftraten. Daraus kann man schließen, daß Kristallmoleküle und Lösungsmoleküle dieselbe Atomanordnung haben. Die Färbung und das Verschwinden der Färbung lassen sich erklären, wenn man eine frühere Hypothese heranzieht, nach der bei Strahlungsumformungen der primäre Vorgang eine Abstoßung derjenigen Atome ist, deren verbindende Valenzelektronen bei der Lichtabsorption beteiligt sind. Dadurch können Atome von eng benachbarten Molekülen so stark genähert werden, daß Absorptionsänderungen eintreten. Liegen diese im sichtbaren Spektrum, so erscheint der Körper nach der Belichtung gefärbt. Durch Absorption in den neuen Banden entfernen sich die Atome wieder voneinander und gehen in den Anfangszustand zurück.

Es sprach darauf Herr Professor *Grube* (Stuttgart) „Über das elektromotorische Verhalten des Sauerstoffs und seine anodische Entwicklung unterhalb des reversiblen Sauerstoffpotentials“.

Mit einem Vortrag von Professor *Bredig* (Karlsruhe) „Über Kohlendioxydabspaltung aus Ketocarbonsäuren“ schloß die Sitzung.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

10. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Diels*.

Herr *Struve* legte eine Abhandlung von Herrn Dr. *Georg Struve*, ständigem Mitarbeiter am Observatorium in Wilhelmshaven, vor: *Neue Elemente der inneren Saturnstrahlen, abgeleitet aus den in Washington und an der Yerkes-Sternwarte angestellten Beobachtungsreihen 1903–1914*. (Abh.) Zu einer neuen Ableitung der Bahnen der Saturnsmonde bietet sich gegenwärtig ein reichhaltiges Material in den während der letzten beiden Dezennien an den großen Refraktoren in Amerika gesammelten Beobachtungen dar. Die Bearbeitung der seit 1903 in Washington und an der Yerkes-Sternwarte erhaltenen Mikrometermessungen der inneren Saturnsmonde ermöglicht einen weiteren Ausbau der Theorie des Saturnsystems und ist zugleich von Bedeutung für den Anschluß älterer Beobachtungsreihen an neue, die gegenwärtig auf der Babelsberger Sternwarte in Angriff genommen sind.

17. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

Herr *Beckmann* sprach über die *Einwirkung von Aldehyden auf Phenole*. (Ersch. später.) Der Vortragende zeigt, daß Aldehyde imstande sind, sich mit Phenolen zu öligen oder festen Stoffen zu kondensieren, deren Natur und Verhalten von dem Versuchsmaterial, katalytischen Einflüssen und sonstigen Versuchsbedingungen in weitem Umfange abhängig ist.

31. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Diels*.

Herr *Einstein* überreichte durch Vermittlung von Herrn *Planck* a) eine Arbeit: *Über Gravitationswellen*. (Ersch. später.) Die Fortpflanzung, Energie und Erzeugung von Gravitationswellen wird unter Berichtigung eines früheren Rechenfehlers untersucht, ebenso die Einwirkung von Gravitationswellen auf mechanische Systeme. Im letzten Paragraphen wird zu einem von Herrn *Levi-Civita* erhobenen Einwand Stellung genommen.

b) eine Abhandlung des Herrn Dr. *Erwin Freundlich* in Neubabelsberg: *Über die singulären Stellen der Lösungen des n-Körper-Problems*. (1. Mitteilung.) (Ersch. später.) In dem Bestreben, die Singularitäten der Lösungen des n-Körper-Problems zu studieren, die den Zusammenstoßen von Massenpunkten des Systems entsprechen, wird in dieser 1. Mitteilung der Fall behandelt, daß alle n-Massen-Punkte gleichzeitig in einem Punkte zusammenstoßen.

7. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

Herr *Correns* berichtete über drei Beiträge zur *Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde*. (Ersch. später.) I. Die Unterscheidung der *pilulifera*-Homozygoten und der Heterozygoten des Bastards *Urtica pilulifera* + *Dodartii*. Sonst ununterscheidbar, lassen sie sich an der Ausbildung der Spitze des ersten Laubblattpaares mit ziemlicher Sicherheit erkennen. II. *Mirabilis Jalapa wantha*. Es werden die Eigenschaften und die

Vererbungserscheinungen dieser fast nur die gelben Blattfarbstoffe bildenden Sippe beschrieben, die bloß als Pfiropfreis auf normalen Sippen lebensfähig ist; sie wird mit anderen Chlorophyllsippen verglichen. III. *Urtica urens peraurea*. Eine gelbgrüne, nur als Heterozygote existierende Sippe, dem *Antirrhinum majus aureum* ähnlich, bei der aber eine Nachkommenklasse (die *peraurea*-Homozygoten) gar nicht mehr nachweisbar ist. Ihre sonstigen Eigenschaften werden beschrieben und die Beziehungen zu den übrigen Chlorophyllsippen erörtert.

21. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr v. Waldeyer-Hartz sprach über *Mikrocephalengehirne*. II. Mitteilung. (Abh.) Beschreibung eines dritten Mikrocephalengehirns unter Vergleichung mit den beiden früher besprochenen und mit Gehirnen von Zwergen. Mikrogyrie und Thelegurie.

2. Herr Liebisch legte eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. R. Nacken in Tübingen vor: *Über die Grenzen der Mischkristallbildung zwischen Kaliumchlorid und Natriumchlorid*. Durch diese Untersuchung wird auf einem bisher noch nicht betretenen optischen Wege das Konzentrations-Temperaturdiagramm der beiden Alkalichloride genauer als bisher festgelegt. Der Existenzbereich von Mischkristallen ist bedeutend kleiner, als früher angenommen wurde. Die kritische Entmischungstemperatur liegt etwas unterhalb 500°. Nach beiden Seiten hin nimmt die Mischfähigkeit rasch ab. Da das Maximum der Entmischungskurve bei etwa 65 Mol. Prozent Natriumchlorid liegt, ist erklärlich, daß die Mischfähigkeit in natriumreichen Gliedern schneller abnimmt als in kaliumreichen. Im Gemenge der beiden Komponenten scheint reines Natriumchlorid schon unter 300°, reines Kaliumchlorid etwa unterhalb 250° bestandfähig zu sein.

28. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Diels.

1. Herr Fischer überreichte durch Vermittlung des Herrn Beckmann eine Mitteilung über die *Synthese des Linamarins*, die er gemeinschaftlich mit Frl. Gerda Anger ausgeführt hat. Für die künstliche Bereitung des im Pflanzenreich ziemlich weitverbreiteten Glucosids aus Acetobromglucose und Oxyisobuttersäureester diente das kürzlich von E. Fischer und M. Bergmann beschriebene allgemeine Verfahren zur Darstellung cyanhaltiger Glucoside.

2. Herr Hellmann legte eine Untersuchung über *milde Winter* vor. Es werden die sehr milden Winter in Berlin seit 1766 untersucht, die Form ihres Auftretens und die Bedingungen ihres Entstehens festgestellt. Der mildeste Winter war der von 1795/96, der längste sehr milde der von 1821/22. Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts haben die sehr milden Winter an Zahl, nicht aber an Intensität zugenommen. Auf sehr milde Winter folgt gewöhnlich im Frühjahr eine Periode kalter Witterung (Nachwinter), jedoch eher ein warmer als ein kühler Sommer.

3. Vorgelegt wurde das mit Unterstützung der Humboldtstiftung gedruckte Werk von H. Virchow: *Über Fußskelette farbiger Rassen* (Berlin 1917) und von Herrn Nernst sein Buch: *Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes* (Halle 1918).

7. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Planck sprach über *Die Grundlagen der Quantentheorie*. Sucht man die Sätze der Quantentheorie in ein einheitliches System zu bringen, so stößt man auf eine Reihe von prinzipiellen Fragen, deren Beantwortung für den ganzen Aufbau des Systems von

entscheidender Bedeutung ist. Hierher gehört vor allem die Frage nach dem Zusammenhang zwischen den Energieschwankungen und der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit, ferner diejenige nach der physikalischen Bedeutung der durch die sogenannte Quantenbedingung ausgezeichneten Zustände, sowie die nach der Existenz kohärenter Freiheitsgrade.

2. Herr Einstein legte eine Abhandlung vor: *Kritisches zu einer von Herrn de Sitter gegebenen Lösung der Gravitationsgleichungen*. Es wird gegen eine von Herrn de Sitter aufgestellte Hypothese über die Struktur des kosmischen Gravitationsfeldes ein Einwand erhoben.

21. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Herr Warburg sprach über *den Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen in Gasen*. VII. Photolyse des Jodwasserstoffs. Bei der Photolyse des gasförmigen Jodwasserstoffs ist die spezifische photochemische Wirkung, d. h. die Anzahl der durch eine absorbierte Grammkalorie zersetzten Grammol, für Strahlung von den Wellenlängen 0,207, 0,253 und 0,282 μ gemessen worden. Die Bedingung für die Gültigkeit des Einsteinschen Äquivalenzgesetzes ist hier erfüllt, und das Gesetz wird durch die Versuche bestätigt.

4. April. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar i. V.: Herr Planck.

Herr Müller-Breslau sprach über *wissenschaftliche Aufgaben der Flugtechnik*.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Stiftung Heinrich Lanz).

19. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Es wurden folgende Arbeiten für die Sitzungsberichte und Abhandlungen vorgelegt:

1. Von Herrn O. Perron (Heidelberg): *Über lineare Differenzengleichungen zweiter Ordnung, deren charakteristische Gleichung zwei gleiche Wurzeln hat*. Die Arbeit stellt ein genaues Analogon dar zu den Untersuchungen über lineare Differentialgleichungen, die der Verfasser in der neunten Abhandlung des Jahrgangs 1917 angestellt hat. Zunächst wird an Beispielen gezeigt, daß auch in der Theorie der Differenzengleichungen ein von Poincaré ausgesprochener Satz im allgemeinen nicht richtig ist. Jedoch lassen sich gewisse einschränkende Bedingungen angeben, unter welchen der fragliche Satz gleichwohl gilt; einige Kriterien dieser Art werden hergeleitet.

2. Von Herrn S. Edlbacher (Heidelberg), vorgelegt von Herrn A. Kossel: *Über die Preglsche mikroanalytische Bestimmung von Methylgruppen am Stickstoff*. Es werden einige Änderungen des Pregl-Liebischen Verfahrens für die Bestimmung von Alkyl am Stickstoff (nach Herzog und Meyer) beschrieben. Die Änderungen betreffen zum Teil die Apparate (Ersatz des Glaskölbchens, Vermehrung der Waschgefäße), zum Teil die Reagentien. Die Reaktion, welche zur Bildung von Jodalkyl führt, kann durch Zusatz von Goldchlorid katalytisch beschleunigt werden.

3. Von Herrn M. Trautz (Heidelberg), vorgelegt von Herrn Th. Curtius: *Der Verlauf der chemischen Vorgänge im Dunkeln und im Licht*. (Zusammenfassung.) An einen Überblick über die Arbeiten des Verfassers aus den letzten 13 Jahren, worin die Gesetze der Reaktionsgeschwindigkeit, der Gleichgewichte, Wärmetönungen, spezifischen Wärmen und chemischen Konstanten erforscht wurden, schließt sich eine neue Ableitung des Planckschen Strahlungsgesetzes und der Gesetze der Photochemie. Durch Einführung der Strahlungstemperatur werden alle chemischen Vorgänge als

photochemische erkannt und die Berechnung der chemischen Wärmeentwicklung aus optischen Größen für Gasreaktionen ermöglicht.

4. Von Herrn P. Stückel (Heidelberg): *Die Lückenzahlen r-ter Stufe und die Darstellung der geraden Zahlen als Summen und Differenzen ungerader Primzahlen. Mit Beiträgen von W. Weinreich in Frankfurt a. M. Erster Teil.* Die Untersuchung über die Darstellung der geraden Zahlen als Summen von zwei ungeraden Primzahlen, über die der Verfasser der Klasse im Jahre 1916 berichtet hatte, werden ausgedehnt auf mehrfache Darstellungen gerader Zahlen, die sich durch Summation aus Paaren von Primzahlfolgen mit gegebenen symmetrischen Differenzen ergeben. Zur Aufstellung asymptotischer Formeln für die Anzahlen solcher Darstellungen dient ein eigenartiger Grenzübergang; statt der Primzahlen wird nämlich zuerst die Reihe der Zahlen betrachtet, die durch keine der ersten r ungeraden Primzahlen teilbar sind, im Gebiete dieser Lückenzahlen r -ter Stufe die Anzahl der Darstellungen ermittelt und schließlich die Stufenzahl als unendlich groß angenommen. Der erste Teil bezieht sich auf Folgen von zwei Primzahlen; nachdem der Fall der Differenz 2 ausführlich behandelt ist, wird der Fall einer beliebigen Differenz in Angriff genommen.

5. Von Herrn R. Lauterborn (Heidelberg), vorgelegt durch Herrn O. Bütschli: *Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. 3. Teil.* Der Mittelrhein von Bingen bis Bonn bildet die Durchbruchsstrecke durch das Schiefergebirge, wo sich der biologische Bereich des Stromes naturgemäß auf das enge Felsental beschränkt. Altwasser sind selten, größere Sümpfe fehlen völlig. Eine sehr charakteristische Ausbildung zeigen die sonnigen Talhänge des Mittelrheins, deren Felshalden und Buschwälder zahlreiche mediterrane Tiere und Pflanzen aufweisen, die nach der Eiszeit teils vom Oberrhein her, teils entlang der Mosel eingewandert sind. Der Niederrhein ist die eigentliche Tieflands- und Mündungstrecke. Schon seit dem Plöizän in enger Verbindung mit der Maas stehend, hat die Strecke im Diluvium, wo das nordische Inlandeis einen großen Teil von Holland unter Gletschern begrub und seine Moränen bis gegen Krefeld und die Ruhrmündung vorschob, beträchtliche Veränderungen erlitten; in der geschichtlichen Zeit kommen im Mündungsgebiet noch die Einbrüche des Meeres dazu. Von den einzelnen Formationen werden der eigentliche Stromlauf und seine Beeinflussung durch das Meer, ferner die Altwasser, Kolke, Kanäle, Sümpfe, Meere und Heiden nach ihrer charakteristischen Tier- und Pflanzenwelt behandelt. Ein Abschnitt: Wandel des Faunen- und Florencharakters des Niederrheins seit dem Tertiär, der auch auf die hier besonders augenfälligen Eingriffe des Menschen in das Landschaftsbild sowie die ursprünglichen Bewohner hinweist, beschließt die Arbeit.

6. Von Herrn W. Salomon (Heidelberg): *Tote Landschaften und der Gang der Erdgeschichte.* Die Geologie erklärt die Entstehung der jetzigen Landschaftsformen durch die allmähliche Summierung unbedeutender Wirkungen der noch heute auftretenden Vorgänge. Es läßt sich aber für viele Gegenden zeigen, daß sie nicht den heute noch in ihnen wirksamen Vorgängen, sondern längst aus ihnen verschwundenen Kräften ihre Entstehung verdanken. Derartige Landschaften sind demselben Sinne fossil, wie die Organismenreste einer früheren Erdperiode. Es sind fossile oder tote Landschaften. Ihre weite Verbreitung in Deutschland und anderen Ländern läßt sich am besten durch die Annahme erklären, daß der Gang der Erdgeschichte nicht gleichförmig ist, sondern sich aus großen und kleinen Paroxysmen mit dazwischenliegenden Perioden verhältnismäßig ruhiger Entwicklung zusammensetzt. Damit kehrt man aber in gewissem Sinne zu der alten Katastrophentheorie zurück, die vor einem Jahrhundert die

Geologie beherrschte, freilich in einer gemilderten, abgeschwächten Form.

7. Für die Abhandlungen von Herrn P. Lenard die zweite Hälfte der Abhandlung, betitelt: *Quantitatives über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten, Spezieller Teil: Intensitätsabfall, Sekundärstrahlung, Energieverhältnisse, Diffusion*, über dessen Inhalt bereits bei der ersten Hälfte berichtet worden ist.

Es folgen geschäftliche Verhandlungen, sowie die Bewilligung einer Unterstützung von 200 M. für ein wissenschaftliches Unternehmen.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

4. Februar. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Zu Beginn der Sitzung gedenkt Herr Sekretär Hölder des schweren Verlustes, den die Gesellschaft durch den Tod der Herren Rabl und Hering, zweier durch angestrengte wissenschaftliche Tätigkeit wie durch reiche wissenschaftliche Erfolge gleich ausgezeichneten Gelehrter, erlitten hat. Zur Ehrung ihres Andenkens erheben sich die Anwesenden von den Plätzen.

Im wissenschaftlichen Teil der Sitzung legt der Herr Sekretär zwei demselben Gebiet angehörende Arbeiten vor. 1. *Über affine Geometrie.* 12: *Von den Eiflächen von Wilhelm Blaschke in Königsberg.* 2. *Über affine Geometrie.* 13: *Eine Minimumeigenschaft der Ellipse und des Ellipsoids von Wilhelm Groß (Wien).* Die erste Abhandlung hat den Zweck der vereinfachten Herleitung zweier früheren Ergebnisse desselben Verfassers aus der affinen Differentialgeometrie der Eiflächen. In der zweiten wird für die von Wilhelm Blaschke bereits nachgewiesenen Minimumeigenschaften von Ellipse und Ellipsoid eine allgemeine Formel aufgestellt. — Beide Arbeiten werden in den Berichten der Klasse erscheinen.

Sitzung vom 18. Februar.

In der Sitzung beider Klassen vom 18. Februar wurden die von der mathematisch-physischen Klasse präsentierten Herren Geheimer Rat Professor Dr. med. et phil. Wilhelm Ellenberger in Dresden und Professor Dr. phil. et med. Max Siegfried in Leipzig zu ordentlichen Mitgliedern der Gesellschaft gewählt.

21. Februar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat Prof. H. Molisch überreicht eine Arbeit unter dem Titel: *Über die Vergilbung der Blätter.* Das Ziel dieser Arbeit ist, einige physiologische Bedingungen der Vergilbung des Blattes und verschiedener damit verbundener Veränderungen in der Zelle festzustellen. Lichtabschluß, verbunden mit höherer Temperatur (20–30°), Wassermangel und Hunger begünstigen in hohem Grade die Vergilbung. Sauerstoff ist unerlässlich. Während der Vergilbung erleidet das Karotin höchstwahrscheinlich eine Veränderung und das Eiweiß der Chlorophyllkörner wandert fast ganz oder ganz aus, während Kalkoxalat, Kalkkarbonat und die Kieselsäure in dem vergilbenden Blatte verbleiben. Die Vergilbung ist eine Alterserscheinung.

29. April. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr Rinne übergibt für die Abhandlungen eine Arbeit von Ernst Schiebold (Leipzig): „Die Verwendung der Lauediagramme zur Bestimmung der Struktur des Kalkspates. Mitteilung aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Leipzig.“ Für die Berichte werden durch Herrn Sekretär Hölder die nachstehenden 4 Beiträge vorgelegt und von der Klasse angenommen: „Über affine Geometrie. 15: Eine Minimumaufgabe für Legendres Trägheitsellipsoid.“ Von Wilhelm Blaschke (Königsberg). „Über affine Geo-

metrie. 16: Affineometrie der Kurven ebener Räume". Von Georg Pick (Prag). „Über affine Geometrie. 17: Die Grundgleichungen der affinen Flächentheorie. Von Johann Radon (Wien). — „Die Liebmannsche Formel für das Ponceletsche Dreieck." Von J. Thomae (Jena) (Mitglied der Gesellschaft). — Herr Bohn (Mitglied der Gesellschaft) überreicht als eigne Abhandlung eine Untersuchung über „Flächen 2. Grades und Tetraeder mit 4 oder 6 berührenden Kanten", die gleichfalls in den Berichten veröffentlicht wird.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Sitzungen der mathematisch-physikalischen Klasse. Sitzung am 12. Januar.

Herr v. Seeliger legt vor und bespricht eine Abhandlung des Assistenten an der Romeis-Sternwarte in Bamberg Dr. Kuno Hoffmeister: *Untersuchungen über mehrfach beobachtete Feuerkugeln*. (Wird später veröffentlicht.)

Sitzung am 9. Februar.

1. Herr R. Willstätter trägt vor eine von ihm gemeinsam mit Herrn A. Stoll ausgeführte Arbeit: *Über pflanzliche Peroxydase*. Die Untersuchung behandelt die Kinetik der Peroxydasereaktion, die quantitative Bestimmung des Enzyms in Präparaten und Pflanzenteilen und die Darstellung von sehr wirksamen Enzympräparaten. (Wird anderweitig gedruckt.)

2. Herr Ludwig Burmester sprach über *Kinematische Aufklärung der Bewegung des Auges*. Die irrtümlichen Begriffe „Raddrehung" und „Rollung" des Auges, die dadurch entstanden sind, daß der Unterschied der absoluten und der relativen Bewegung nicht beachtet worden ist, haben in der viel behandelten Lehre von der Bewegung des Auges Anlaß gegeben zu vielen Mißverständnissen und Schwierigkeiten, die durch die kinematische Aufklärung erledigt werden. Purkinje hat zuerst 1823 die Bewegung des Auges, die er eine Musik des Auges nennt, beschreibend behandelt. Aber die wissenschaftlichen messenden Beobachtungen erfolgten erst 1848 von F. C. Donders. Bei der theoretischen Behandlung der Bewegung des Auges wird der Augenappell als eine Kugel angenommen, die sich um einen im Kopfe festen Drehpunkt bewegt, weil er sich nach Beobachtungen während der Bewegung des Auges nur um Bruchteile eines Millimeters in bezug auf den Kopf verändert. Demnach sind die Bewegungsvorgänge des Auges ersetzbar durch die sphärische Bewegung eines sphärischen Gebildes auf einer ruhenden Kugeloberfläche und können dadurch zur leichten Vorstellung veranschaulicht werden. Die Benennung „Raddrehung", daß sich bei der Bewegung des Auges die Iris wie ein Rad um ihren Mittelpunkt dreht, wird als nicht zutreffend an einem Beispiel erörtert. Für einen auf einem Wagen sitzenden Beobachter vollzieht ein Wagenrad Drehung um die Achse. Für einen an der Straße stehenden Beobachter dreht sich das Wagenrad nicht um die bewegte Achse, sondern es erfolgen beständig sehr kleine Drehungen des Wagenrades um den jeweiligen Punkt, in dem es theoretisch die Straße berührt. Ebenso gibt es für den Beobachter des Auges überhaupt keine Raddrehung. Somach ist auch die Benennung „Rollung", die für Raddrehung gebraucht wird, nicht zutreffend; und Rollung ist keine Drehung, sondern entsteht z. B., wenn ein Zylinder auf einem anderen oder auf einer Ebene rollt.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

3. Herr Sommerfeld legt vor eine Arbeit von Herrn Dr. R. Seeliger in Charlottenburg: *Über den Ursprung der durchdringenden atmosphärischen Strahlung*. Wenn man die Leitfähigkeit der Gasfüllung eines dickwandigen geschlossenen Gefäßes (einer Ionisationskammer)

bei Ballonaufstiegen mißt und diejenigen Beträge davon abzieht, die von den Gammastrahlen bekannter irdischer Ursachen (Emanationen der Erdrinde) herrühren, so bleibt eine mit der Höhe des Beobachtungsortes zunehmende Ionisation übrig, die ihre Quelle in den höchsten Schichten der Atmosphäre (etwa oberhalb 30 km) hat und einen sehr durchdringenden Charakter besitzt (etwa den der Gammastrahlung von RaC). Die Abhandlung stellt sich die Aufgabe, die Methoden zu diskutieren, die dazu dienen können, aus vorhandenen Beobachtungen Stärke, Härte und Ursprung dieser Strahlung zu ermitteln und Hinweise zu geben, wie neue Beobachtungen am besten einzurichten sind. Solche Beobachtungen werden vom Verfasser vorbereitet und durch Mittel der Akademie unterstützt.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

4. Herr Pringsheim legt vor eine Abhandlung des Herrn Robert König (Tübingen): *Weierstraß-Abelsche Transzendenten und ihre Weiterführung*. Dem Verfasser ist es gelungen, in einer Reihe von 12 Arbeiten (deren erste im Jahre 1911 veröffentlicht wurde, während die Vervollendung der übrigen in die Jahre 1915—17 fällt) die in Weierstraß' Vorlesungen entwickelte arithmetische Theorie der Abelschen Transzendenten (algebraischen Funktionen und deren Integrale) auf die sog. Riemannschen Transzendenten (Funktionen mit gegebener Monodromiegruppe und deren Integrale) auszuweihen. Von jenen 12 Arbeiten sind bisher nur 4 erschienen, 4 andere befinden sich bei den Redaktionen verschiedener mathematischer Zeitschriften, der Rest liegt beim Verfasser. Da bei den leider noch immer im Zunehmen begriffenen Schwierigkeiten an eine Drucklegung in absehbarer Zeit kaum gedacht werden kann, hat der Verfasser es unternommen, in möglichst knapper Form zunächst eine Übersicht über den systematischen Aufbau seiner ganzen Theorie zu geben.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Sitzung vom 2. März.

1. Herr Mollier spricht über *die Bewegungen des menschlichen Schultergürtels* nach neuen eigenen Untersuchungen.

(Erscheint anderwärts.)

2. Herr Alfred Pringsheim legt vor eine Abhandlung: *Zur Theorie der Kettenbrüche*. Der Verfasser gibt einige nützlich scheinende Ergänzungen zu mehreren seiner früheren Arbeiten über das gleiche Thema. Dieselben beziehen sich zum Teil auf eine zweckmäßigere Anordnung und Gestaltung gewisser allgemeiner Konvergenzkriterien, zum anderen Teil auf die Konvergenz der sogenannten eingliedrig limitär-periodischen Kettenbrüche, bzw. einer etwas allgemeiner gearteten, zuerst von Herrn Perron behandelten Kategorie, die der Verfasser als „nahezu" eingliedrig periodisch bezeichnet.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

3. Herr O. Frank legt vor eine Abhandlung des korrespondierenden Mitglieds der Klasse Max von Frey: *Die Bedeutung des Drucksinns für die Wahrnehmung von Bewegung und Lage der Glieder*.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Ferner eine Fortsetzung seiner eigenen früheren Abhandlung: *Anwendung des Prinzips der gekoppelten Schwingungen auf einige physiologische Probleme*.

(Erscheint gleichfalls in den Sitzungsberichten.)

4. Herr Finsterwalder legt vor eine Abhandlung von Dr. Max Lagally: *Die Abbildung einer bewegten Ebene durch eine photographische Kammer mit Schlitzverschluß*. Es wird die Verzerrung, die das Bild erfährt in eine Reihe infinitesimaler Transformationen zerlegt und aus ihr jene ausgeschieden, die projektiven Charakter haben. Die infolge der endlichen Schlitzbreite entstehende Bildunschärfe entspricht im Gegensatz zur Verzerrung einer rein projektiven Verschiebung der Bildpunkte. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 23.

7. Juni 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Deutsche Forschungsanstalt für Psychiatrie.

Von *Prof. Dr. Emil Kraepelin, München.* S. 333.

Erinnerungen an Ernst Abbe und den Optikerkreis um ihn. Von *Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.*

(Schluß.) S. 337.

Emile Yung. Von *Hans Almeroth, Genf.* S. 342.

Besprechungen:

Willstätter, R. und A. Stoll, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. *Selbstanzeige.* S. 344.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Gießen Marburger Physikalisches Colloquium, Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Preußischen Akademie der Wissenschaften. S. 345.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Hundert Jahre Psychiatrie

Ein Beitrag zur Geschichte menschlicher Gesittung

Von

Prof. **Emil Kraepelin**

Mit 35 Textbildern

Preis M. 2.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenser Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Arzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G. m. b. H. CÖLN a. Rh.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Aus dem chemischen Laboratorium der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München

Sieben Abhandlungen

Von **Richard Willstätter** und **Arthur Stoll**

Mit 16 Textabbildungen und einer Tafel

Preis M. 28.—; gebunden M. 36.—

* Untersuchungen über Chlorophyll Methoden und Ergebnisse

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie

Von **Professor Dr. Richard Willstätter**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

und

Dr. Arthur Stoll

Assistent des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

Mit 16 Textfiguren und 11 Tafeln

1913. Preis M. 18.—; in Halbleder gebunden M. 20.50.

*Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher: auf geheftete 20%, auf gebundene 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

7. Juni 1918.

Heft 23.

Die Deutsche Forschungsanstalt für Psychiatrie.

Von Prof. Dr. Emil Kraepelin, München.

Die Verheerungen, die der Weltkrieg gerade unter den Besten und Rüstigsten unserer Volksgenossen angerichtet hat, mahnen uns auf das eindringlichste, nach Möglichkeit die Schäden abzuwehren, die unserer Zukunft aus dieser schweren Einbuße edelster Kräfte erwachsen. Unter den vielen Feinden, die es hier zu bekämpfen gilt, stehen mit in erster Reihe die *Geisteskrankheiten*. Handelt es sich doch bei ihnen immer um sehr ernste Leiden, die in ungezählten Fällen zu mehr oder weniger ausgeprägtem Siechtum, vielfach sogar zum Tode führen! In weitem Umfange zerstören sie den Kern der menschlichen Persönlichkeit, rauben den Befallenen die Fähigkeit vernünftigen Handelns, machen sie hilflos und oft genug auch gefährlich für sich selbst oder für ihre Umgebung. Mindestens die Hälfte der Erkrankenden bedürfen daher besonderer Fürsorge in geschlossenen Anstalten, vielfach für Jahre und selbst das ganze Leben hindurch. Dadurch werden sie für ihre Familien und die mit ihrer Versorgung betrauten Körperschaften zu einer kaum noch erträglichen wirtschaftlichen Last. Da sie außerdem in erheblichem Maße die Neigung zeigen, ihr Leiden zu vererben, wirkt ihr verhängnisvoller Einfluß auf die kommenden Geschlechter nach, bisweilen in vernichtender Weise.

Der Umfang der Schädigung, welche die Geisteskrankheiten für das Volkswohl bedeuten, ist nicht ganz leicht abzuschätzen. Man wird annehmen dürfen, daß *zurzeit auf etwa 500 Einwohner des Deutschen Reiches ein anstaltsbedürftiger Geisteskranker* kommt, und daß die *Gesamtzahl der Irren mindestens das Doppelte* beträgt. Wir haben demnach sicher mit mehr als einer Viertelmillion seelisch in höherem oder geringerem Grade verkrüppelter oder zerstörter Personen zu rechnen. Dazu kommt noch die unübersehbare Zahl der nicht ausgesprochen Kranken, aber Minderwertigen, Nervösen, Unausgeglichenen, Entgleisten, die teils als Verbrecher, Landstreicher, Prostituierte Polizei und Strafrechtspflege beschäftigen, teils durch ihre Unfähigkeit, den Anforderungen des Lebens zu entsprechen, die Schmerzenskinder ihrer Familien werden. Ob mit der angeführten Zahl die wirkliche Sachlage schon erschöpft ist, erscheint zweifelhaft, wenn man bedenkt, daß die Menge der versorgungsbedürftigen Geisteskranken in allen Ländern mit geordneter Irrenfürsorge un-
gemein rasch anwächst, und daß die Zählungen

in kleineren, mit besonderer Sorgfalt durchforschten Bezirken zum Teil beängstigend hohe, unsere Annahmen um das Doppelte, ja selbst das 4-5fache übertreffende Ergebnisse geliefert haben.

Das Rüstzeug, mit dem wir den die seelische Gesundheit unseres Volkes bedrohenden Gefahren gegenüberstehen, muß leider als gänzlich unzulänglich bezeichnet werden. Allerdings hat unsere Irrenfürsorge im Laufe des letzten Jahrhunderts ganz gewaltige Fortschritte gemacht¹⁾; sie steht jetzt auf einer Höhe, auf der das Erstrebenswerte als wenigstens grundsätzlich erreicht angesehen werden kann. Allein wir dürfen es uns nicht verhehlen, daß unser großartig entwickeltes Anstaltswesen bei der überwiegenden Mehrzahl der Kranken nur die Trümmer der seelischen Persönlichkeit erhalten kann, die zerrüttende Leiden übrig gelassen haben. In anderen Fällen kann der Arzt immerhin die günstigen Bedingungen schaffen, unter denen die Erkrankung auf natürlichem Wege zur Ausheilung gelangt; nur ganz ausnahmsweise aber vermag unsere Wissenschaft durch ihr Eingreifen wirklich unmittelbar das Leiden zu beseitigen. Was unser ärztliches Handeln lähmt, ist in weitem Umfange unsere *Unkenntnis von den Entstehungsbedingungen und dem Wesen der Geistesstörungen*. Auf einzelnen Gebieten kennen wir wohl die Ursachen, können sie aber nicht beseitigen. Bei manchen der wichtigsten Formen des Irreseins reicht ferner die Aufgabe der Bekämpfung weit über den ärztlichen Wirkungskreis hinaus; hier wäre also ein Erfolg erst dann zu erwarten, wenn es durch umfassende Vorarbeiten gelänge, gesicherte Grundlagen für ein Zusammenwirken weitester Volkskreise, vielfach auch der Gesetzgebung, zu erreichen.

Prüft man die Bedingungen, unter denen heute die psychiatrische Forschung lebt, so erkennt man ohne weiteres, daß sie die ihrer harrenden Aufgaben schlechterdings nicht zu bewältigen vermag. Die Irrenanstalten sind naturgemäß in erster Linie auf die Bedürfnisse der ärztlichen Fürsorge berechnet. Für rein wissenschaftliche Arbeiten stehen ihnen mit verschwindenden Ausnahmen weder Forscher zu Gebote, die sich frei ihrer Tätigkeit widmen könnten, noch die nötigen Hilfskräfte, die Arbeitsräume und sonstigen Mittel zu weiterreichenden Untersuchungen. Dazu kommt, daß durch das Überhandnehmen der Riesenanstalten mit ihren ungünstigen Beförderungsverhältnissen

¹⁾ Näheres darüber in *Kraepelin, Hundert Jahre Psychiatrie*, ein Beitrag zur Geschichte menschlicher Gesittung, 1917.

die Anziehungskraft der Anstaltslaufbahn für selbständige wissenschaftliche Persönlichkeiten erheblich beeinträchtigt worden ist. In den Kliniken sind die Bedingungen durch das Zuströmen lernbegieriger Kräfte und die nahen Beziehungen zur medizinischen Gesamtwissenschaft ohne Zweifel günstiger. Allein auch hier sind die Leiter mit den Geschäften des Unterrichts, der Prüfungen, der Krankenbehandlung und Verwaltung vielfach derart belastet, daß ihre Forschertätigkeit auch dann verkümmern muß, wenn sie es nicht von vornherein vorziehen, ihre Stellung zur Begründung einer umfangreichen Privatpraxis auszunutzen. Die jüngeren Mitarbeiter aber werden fast immer durch die Rücksicht auf die von ihnen erstrebte Laufbahn verhindert, sich dauernd mit allen Kräften auf ein bestimmtes Forschungsgebiet festzulegen, wie es die großen Aufgaben der Wissenschaft gebieterisch fordern. Sie pflegen zudem kümmerlich besoldet zu sein, finden kaum rechte Muße für eigene Arbeit, wandern nach wenigen Jahren wieder ab und verfügen nur über die kärglichen Hilfsmittel, die ihnen der sparsame Staat für den Luxus der Wissenschaft zur Verfügung stellen kann und die ihnen ihr Vorgesetzter übrig läßt.

Es ist kein Wunder, wenn uns unter solchen Umständen angesichts der Riesenaufgaben, die uns die Wissenschaft stellt, das Gefühl der Ohnmacht beschleicht. Was wir brauchen, ist eine zielbewußte Arbeitsteilung und sind Hilfsmittel, die wenigstens einigermaßen im Verhältnisse zu der Größe der Anforderungen stehen, die an uns herantreten. Der Umfang der Psychiatrie ist heute bereits so groß, daß es für den Einzelnen völlig unmöglich ist, die zum Teil weit auseinander liegenden Hilfswissenschaften selbst zu beherrschen. Es ist daher in erster Linie nötig, für alle die verschiedenen Arbeitsgebiete, die zur Klärung der psychiatrischen Fragen zusammenwirken müssen, Forscher ersten Ranges zu gewinnen und sie in die Lage zu versetzen, daß sie ihre ganze Arbeitskraft uneingeengt und sorgenfrei ihrem besonderen Lebenswerke widmen können. Ihnen müssen dann möglichst günstige Arbeitsbedingungen geschaffen werden, ausreichende und zweckmäßig ausgestattete Räume, Hilfskräfte aller Art, tüchtige Mitarbeiter und reiche Mittel zur Beschaffung aller jener zahlreichen und mannigfaltigen Einrichtungen und Werkzeuge, ohne die heute naturwissenschaftliches Arbeiten in großem Maßstabe nicht möglich ist. Alle diese Voraussetzungen lassen sich nur in besonderen, von allen sonstigen Verpflichtungen befreiten *Forschungsanstalten* verwirklichen, denen zugleich Summen zu Gebote stehen, wie wir sie bisher nicht im entferntesten für wissenschaftliche Zwecke auf unserem Gebiete auszugeben gewohnt waren.

Die Aufgabe einer solchen Forschungsanstalt wird es vor allem sein, die *Ursachen und das Wesen der Geistesstörungen aufzuklären*, sodann,

Mittel zu ihrer Verhütung, Heilung oder Linderung aufzufinden. Wie eng beide Forschungsrichtungen mit einander verknüpft sind, lehrt am besten das Beispiel der *Syphilis*. Es war lange bekannt, daß im Gefolge dieser Krankheit auch allerlei schwere Nerven- und Gehirnleiden auftreten können, aber erst die letzten Jahrzehnte haben uns mit zunehmender Sicherheit darüber belehrt, daß auch die gefürchtetste Form des Irreseins, die sogenannte Gehirnerweichung, immer nur auf dem Boden der Syphilis zustande kommt, wenn auch in der Regel erst nach 8 bis 15 Jahren. Durch diese Feststellung, die ihre letzte Sicherung durch die Wassermannsche Reaktion erhalten hat, ist unseren Behandlungsversuchen mit einem Male eine bestimmte Richtung gegeben worden. Allerdings hat sich herausgestellt, daß die sonst bei syphilitischen Erkrankungen wirksamen Verfahren bei der Gehirnerweichung versagen. Wir haben indessen doch ganz bestimmte Gesichtspunkte für unsere weiteren Bemühungen in dieser Richtung gewonnen, die uns hoffentlich früher oder später, nach diesen oder jenen Umwegen, unserem Ziele näher bringen werden. Vor allem wissen wir aber, daß eine Verhütung der syphilitischen Ansteckung, vielleicht auch eine sehr frühzeitige und gründliche Behandlung, dem Auftreten der Gehirnerweichung vorbeugt.

Nachdem uns durch die Wassermannsche Reaktion die Möglichkeit gegeben wurde, den Schleichwegen des syphilitischen Krankheitserregers nachzuspüren, hat sich herausgestellt, daß sein Wirkungsbereich erheblich größer ist, als man früher ahnen konnte. Abgesehen von den Erkrankungen des Herzens und der großen Gefäße, werden nicht wenige Gehirnleiden, für die man Überanstrengung und aufreibende Lebensführung verantwortlich machte, in Wirklichkeit durch Syphilis verursacht. Namentlich aber wird es immer deutlicher, daß zahlreiche Formen kindlichen Schwachsinn, körperlicher und geistiger Unzulänglichkeit, auch mangelhafter sittlicher Veranlagung, auf Schädigungen und Erkrankungen des werdenden Geschöpfes durch elterliche Syphilis beruhen können. Die sorgsame Durchforschung dieser Zusammenhänge eröffnet bedeutsame Aussichten auf Behandlung und vor allem Vorbeugung.

Weit klarer, als bei der Syphilis, liegen die ursächlichen Verhältnisse bei den durch *Genußgifte*, besonders durch den Alkohol, erzeugten Geistesstörungen. Immerhin harren auch hier noch so manche wichtige Fragen ihrer Lösung. Es hat ziemlich lange gedauert, bis man eine zuverlässige Kenntnis von den Wirkungen des Alkohols auf das Seelenleben gewonnen hat, die durch merkwürdige Selbsttäuschungen zum Teil verdeckt werden; bei den übrigen Genußgiften ist unser Verständnis für die Eigenart der durch sie herbeigeführten seelischen Veränderungen noch ganz unzulänglich. Aber auch der ursäch-

liche Zusammenhang mit der Vergiftung bedarf bei einer Reihe von alkoholischen Geistesstörungen noch sehr der Aufklärung, da sich hier unbekannte Zwischenglieder einzuschieben scheinen. Neben psychologischen Versuchen dürften Stoffwechseluntersuchungen Aufklärung bringen. Bei der Bekämpfung der Genußgifte wie der Syphilis fällt außerdem der Wissenschaft die Aufgabe zu, die von ihr erhobenen Tatsachen in eindringlicher Form der Massenaufklärung dienstbar zu machen, da nur auf diesem Wege die gesetzgeberischen Maßnahmen erreicht werden können, die für die Eindämmung der beiden verbreitetsten äußeren Ursachen des Irreseins erforderlich sind.

Leider fehlt uns bei einer Anzahl der häufigsten und schwersten Formen des Irreseins noch jede Handhabe für eine wirksame Bekämpfung, weil uns ihre Ursachen und ihr Wesen zurzeit völlig unbekannt sind. Das gilt vor allem von der die Hauptmasse verblödender Geisteskranker liefernden *Dementia praecox* und von der *Epilepsie*, in gewissem Sinne auch von dem ungemein verbreiteten *manisch-depressiven Irresein*, dem ein großer Teil der tobsüchtigen Erregungszustände, namentlich aber der melancholischen Verstimmungen angehört. Es wird eine Hauptaufgabe der psychiatrischen Forschung sein müssen, das Dunkel, das heute noch über diesen Krankheitsvorgängen schwebt, aufzuhellen. Als Hilfsmittel werden ihr dabei neben der anatomischen Feststellung der feineren Hirnveränderungen und den Erfahrungen über Vererbung und Keimschädigung wahrscheinlich Stoffwechseluntersuchungen, vielleicht auch ein Eindringen in die verwickelten Lebensvorgänge des Blutes und der Körpergewebe dienen, wie es uns die aus den Bestrebungen der Immunitätsforschung hervorgegangene *Serologie* zu vermitteln beginnt. Man hat hier vielfach an Störungen der Säftemischung durch Versagen oder krankhafte Abänderungen innerer Drüsenausscheidungen gedacht. Das verlockende Vorbild für solche Vorstellungen war die Aufdeckung der Verursachung des *Kretinismus* durch Ausfall der Schilddrüsenleistung mit den an sie sich knüpfenden überraschenden Heilerfolgen. Es scheint zwar nicht, als ob wir auf anderen Gebieten ähnlich einfache Zusammenhänge aufzufinden hoffen dürfen. Immerhin ist es sicher, daß eine Reihe unscheinbarer drüsiger Gebilde von entscheidendster Bedeutung auch für die seelische Entwicklung des Menschen ist, und daß wir daher alle Ursache haben, derartigen Erfahrungen nachzugehen, namentlich auch mit Hilfe des Tierversuches.

Ein weiteres umfangreiches Untersuchungsgebiet ist dasjenige der *Entartung*. Wir wissen zwar im allgemeinen, daß durch Vererbung zweckwidriger Eigenschaften eine Verschlechterung der Rasse erzeugt werden kann, aber die genaueren Bedingungen, unter denen sich seelische Mängel und Krankheitsanlagen auf die Nachkommenschaft übertragen, sind uns noch unbekannt.

Uns fehlen daher auch zuverlässige Richtlinien für die Verstopfung dieser Quelle der Entartung. Fast noch wichtiger erscheint die Frage, auf welchem Wege überhaupt vererbare Unzulänglichkeiten und ungünstige Abweichungen entstehen. Hier wäre vor allem die Bedeutung der Keimschädigungen durch Genußgifte, Krankheitserreger, Siechtum, ungünstige Lebensverhältnisse zu erforschen. Daß sie allgemeine Minderwertigkeit der Nachkommenschaft bedingen können, steht fest, nicht aber, ob und in welchem Umfange durch sie bestimmte vererbare Krankheitsanlagen erzeugt werden.

Ein ungemein wichtiges, wenn auch sehr schwer zu handhabendes Forschungshilfsmittel ist auf dem Gebiete der Entartung die *Massenzählung*. Der jeweilige seelische Gesundheitszustand eines Volkes findet in einer unabsehbaren Reihe von Lebenserscheinungen seinen Ausdruck, von denen viele durch statistische Untersuchungen erfaßt werden können. Abgesehen von der Feststellung der jeweils auftretenden geistigen Erkrankungen, von Zählungen der geistig Schwachen und Siechen, der Epileptischen und Taubstummen, vermag uns natürlich die Häufigkeit der Selbstmorde und Verbrechen, die Verbreitung der Landstreicherei und der Prostitution, des Alkoholismus und der Syphilis, das Ausmaß der Schulfähigkeit und Militärtauglichkeit wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung der Volksseele zu liefern. Es liegt aber auf der Hand, daß auch alle möglichen anderen Erhebungen, in denen sich Willensäußerungen der Massen widerspiegeln, zur Vervollständigung des Bildes herangezogen werden können, die Eheschließungen, die Kinderzahl, die Landflucht, die wirtschaftliche Entwicklung, die religiösen, politischen und künstlerischen Strömungen, das Schrifttum, die Ergebnisse der Erziehung und Bildung und vieles andere. Daneben werden auch alle Tatsachen, die ein Licht auf die körperliche Tüchtigkeit unseres Volkes werfen, die Kindersterblichkeit, die Absterbeordnung, die Häufigkeit von Allgemeinerkrankungen, eine gewisse Berücksichtigung finden müssen.

Es ist ohne Zweifel eine überaus schwierige, aber auch großartige Aufgabe, aus der Fülle von Erfahrungen, die uns Massenzählungen zu liefern vermögen, diejenigen Züge vorsichtig herauszuschälen und zu einem Gesamtbilde der Volksseele zu vereinigen, in denen deren Regungen erkennbar hervortreten. Wäre es möglich, diese Aufgabe mit einiger Zuverlässigkeit zu lösen und damit einen Einblick in die Veränderungen zu gewinnen, die das Seelenleben unseres Volkes fortlaufend erfährt, so würden wir damit in die Lage versetzt sein, die vielumstrittene Grundfrage unserer Zukunftsentwicklung zu beantworten, ob in unserem Volkskörper die entartenden oder die ertüchtigenden Vorgänge die Oberhand haben, ob wir uns also auf absteigender oder aufsteigender Linie bewegen. Wir würden aber auch ferner

rechtzeitig das Anwachsen bedrohlicher Erscheinungen auf dem einen oder anderen Lebensgebiete bemerken, die nötigen Gegenmaßregeln treffen und deren Wirksamkeit überwachen können. Voraussetzung für die Lösung aller dieser Aufgaben ist die tiefdringende Erforschung der Entstehungsbedingungen abnormer Seelenzustände.

Es wäre vergebliche Mühe, noch weiter alle die einzelnen Möglichkeiten aufzuzählen, die sich einer Schar leistungsfähiger, mit reichen Mitteln ausgestatteter psychiatrischer Forscher für ihre Arbeit am Wohle unseres Volkes bieten würden. Im Wesen der Wissenschaft liegt es, daß jeder Fortschritt unfehlbar neue Fragestellungen gebiert, die Niemand voraussehen kann. Vor 50 bis 60 Jahren dachte kaum Jemand daran, das Irresein mit anderen Hilfsmitteln, als denjenigen der groben Krankenbeobachtung kennen zu lernen; jedenfalls bestanden nirgends wissenschaftliche Arbeitsräume für solche Zwecke. Erst vor etwa 40 Jahren begann man hier und da, die feineren Veränderungen des kranken Gehirns auf mikroskopischen Schnitten zu untersuchen, aber es dauerte noch lange Jahre, bis die ersten verwertbaren Ergebnisse zutage gefördert werden konnten. Noch später setzten die ersten Versuche ein, das vor allem durch Wundt entwickelte Forschungsmittel des psychologischen Versuches auf die Psychiatrie anzuwenden. In den letzten beiden Jahrzehnten ist man dann daran gegangen, genauere Stoffwechseluntersuchungen bei Geisteskranken durchzuführen, und in jüngster Zeit, besonders seit der Entdeckung der Wassermannschen Reaktion, ist endlich auch die Serologie in den Dienst der Psychiatrie gestellt worden. Daneben laufen die Bestrebungen, die alte, rohe Erbllichkeitsforschung in die Bahnen unserer heutigen naturwissenschaftlichen Anschauungen zu lenken: So hat sich im Laufe eines halben Jahrhunderts der einfachen Krankenbeobachtung ein reicher Kranz von Hilfswissenschaften hinzugesellt, die alle mit eigenartigen Mitteln ihre besonderen Wege zum gemeinsamen Ziele gehen. Die Aufgaben der Forschung haben sich vervielfacht und sind unendlich verwickelter geworden, als man früher ahnen konnte. Ihre Bearbeitung erfordert daher heute schon einen ganzen Stab selbständiger, nach ganz verschiedenen Richtungen ausgebildeter Forscher, wo noch vor 50 Jahren die sinnende Betrachtung der wechselnden Krankheitsbilder und allenfalls eine grobe Zerlegung des kranken Gehirns die einzigen Erkenntnisquellen waren.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß die Errichtung einer Forschungsanstalt die notwendige Folge der Entwicklung ist, die unsere Wissenschaft genommen hat. Sie konnte zunächst in *München* gewagt werden, weil hier die Umstände am günstigsten waren. Nicht nur wurde für diesen Zweck hier eine größere Geldstiftung gemacht, sondern die neue Anstalt ließ sich auch ohne besondere Schwierigkeiten zunächst gastweise in

der mit zahlreichen wissenschaftlichen Arbeitsräumen ausgestatteten psychiatrischen Klinik unterbringen. Ferner aber ergab sich die Möglichkeit späterer Angliederung an eine neue, von der Stadt *München* geplante Aufnahmeabteilung für Geisteskranke; dadurch wird in absehbarer Zeit die Aussicht auf einen eigenen, allen Bedürfnissen angepaßten Neubau eröffnet, für den die Stadt das Gelände bereits zur Verfügung gestellt hat.

Unter solchen Umständen hat die Anstalt im April d. J. ihre Arbeiten begonnen. Es wurden zunächst 5 Abteilungen gebildet, von denen 3 den verschiedenen Gebieten der anatomischen Forschung und je eine der Serologie und den demographisch-genealogischen Untersuchungen gewidmet sind. Nach Beendigung des Krieges wird es voraussichtlich möglich sein, auch eine chemische und eine psychologische Abteilung einzurichten. Für die bestehenden Abteilungen wurden hervorragende Forscher gewonnen, die nach jeder Richtung vollkommenste Unabhängigkeit und Selbständigkeit genießen und den Bayrischen Staatsbeamten durchaus gleichgestellt sind. Da die Forschungsanstalt der Universität angefügt ist, gehören sämtliche Abteilungsleiter dem Lehrkörper an, ohne jedoch die Lehrtätigkeit im Hauptamt auszuüben. Das Gebiet ihres Wirkens ist lediglich die wissenschaftliche Forschung und die Heranziehung von Mitarbeitern für deren Aufgaben. Um den Zufluß jüngerer strebsamer Kräfte zur Forschungsanstalt nach Möglichkeit zu fördern, wurde eine später noch zu vermehrende Anzahl von wissenschaftlichen Arbeitsplätzen geschaffen und allen jenen Körperschaften der deutschen Bundesstaaten, denen die Fürsorge für das Irrenwesen obliegt, angeboten, solche Plätze gegen eine Jahresmiete von 2000 Mark durch geeignete Ärzte zu besetzen. Erfreulicherweise haben trotz der großen Lasten des Krieges schon 20 derartige Körperschaften ihre Bereitwilligkeit erklärt, solche Plätze ganz oder teilweise zu mieten. Damit ist die sichere Gewähr für ein Gedeihen der Anstalt gegeben und zugleich die unerläßliche Beziehung zu den deutschen Irrenanstalten hergestellt, die, wie wir hoffen, auch ihrerseits aus der wissenschaftlichen Arbeit Anregung und Berufsfreudigkeit schöpfen werden. Auch den Stiftern und ebenso der Kaiser-Wilhelmsgesellschaft, die unsere Bestrebungen durch einen Jahresbeitrag unterstützt, wird die Besetzung solcher Arbeitsplätze freistehen.

So sind denn die Vorbedingungen für eine befriedigende Entwicklung der Forschungsanstalt gegeben. Allerdings darf man sich nicht vorstellen, daß die Ergebnisse der beginnenden Arbeit rasch und mühelos reifen werden. Sicherlich wird es unermüdlichen, lange Zeit fortgesetzten Zusammenwirkens aller Kräfte bedürfen, bis sich allmählich das tiefe Dunkel zu lichten beginnt, das noch den größten Teil unseres Wissensgebietes verhüllt. Wenn das aber jemals erreicht

werden kann, so ist es nicht anders möglich, als auf den nunmehr beschrittenen Wegen. Alle nur denkbaren Hilfsmittel müssen herangezogen und der Forschung in vollem Maße dienstbar gemacht werden. Dazu gehört, abgesehen von der Einrichtung und dem zeitgemäßen Ausbau der jetzt ins Auge gefaßten Forschungsabteilungen, denen sich nach Bedarf noch neue hinzugesellen sollen, vor allem eine möglichst vollständige, alle Hilfswissenschaften mit umfassende *Bücherei*, zu der ein Grundstock schon durch die hochherzige Stiftung der ungemein wertvollen Bücherschätze des verstorbenen Geheimrates *Lähr-Zehlendorf* geliefert wurde. Weiterhin wird man an die Schaffung von reicher ausgestatteten Arbeitsgelegenheiten für einzelne besonders begabte jüngere Forscher, die Heranziehung geeigneter wissenschaftlicher Hilfskräfte, die Gewährung von Stipendien, die Ermöglichung von wissenschaftlichen Reisen und Untersuchungen im Auslande denken können.

Selbstverständlich erfordert die Ausführung derartiger Zukunftspläne sehr viel größere Mittel, als sie uns zurzeit zu Gebote stehen. Unter allen Umständen betrüge aber der Aufwand für eine nach jeder Richtung auf das reichste ausgestattete Forschungsanstalt nur einen ganz winzigen Bruchteil der Jahressumme von etwa 200 Millionen, die heute die Versorgung der zum größten Teile unheilbaren Anstaltskranken verschlingt. Wenn also die Forschung nicht ganz unfruchtbar bleibt, sondern im Laufe der Zeit jene Last irgendwie zu verringern imstande ist, so werden sich die Aufwendungen für sie reichlich lohnen. Man muß sich nur immer vor Augen halten, daß unsere Wissenschaft doch auch mit den jetzigen, überaus kümmerlichen Mitteln und unter den ungünstigsten äußeren Verhältnissen sehr beachtenswerte Fortschritte gemacht und wichtige Gesichtspunkte für die Verhütung und Behandlung mancher Formen des Irreseins aufgefunden hat.

Leider werden wir niemals darauf rechnen können, daß uns die Mittel für eine in großem Maßstabe wirkende Forschungsanstalt von dem durch die Rücksicht auf die Steuerzahler eingegengten Staate zur Verfügung gestellt werden. Hier muß die *private Stiftung* eingreifen, wie es auch bei den zum Teil mit Riesensummen rechnenden sonstigen Forschungsanstalten, namentlich des Auslandes, der Fall gewesen ist. Vielleicht ist sogar diese Entstehungsweise die für das Gedeihen der Anstalten vorteilhaftere, weil sie ihnen weit mehr Bewegungsfreiheit gewährt. Schon die bisherige Erfahrung hat gezeigt, daß es selbst unter den Behinderungen des Krieges möglich gewesen ist, eine psychiatrische Forschungsanstalt wenigstens in der jetzigen bescheidenen Form zustande zu bringen; die dafür nötigen Mittel sind in weniger als zwei Jahren zusammengefloßen. Man darf sogar hoffen, daß gerade die Erfahrungen des Krieges den Gedanken volkstümlich machen werden, nunmehr auch die

Bestrebungen zur Hebung der seelischen Volksgesundheit nachdrücklich zu unterstützen. Wer selbst in seiner nächsten Umgebung erfahren hat, was seelisches Leiden und Siechtum für den Erkrankten und seine Familie bedeutet, der wird gewiß nach Kräften dazu beisteuern, daß die Vorbedingungen für eine wirksame Eindämmung dieser nur allzu reichlich fließenden Quelle menschlichen Elends geschaffen werden. Aber auch derjenige, der persönlich von derartigen Schicksalen nicht berührt wurde, dürfte sich der Einsicht nicht verschließen, daß es sich hier um Fragen und Bestrebungen handelt, die für die gesamte Zukunft unseres Volkes von höchster Wichtigkeit sind.

Erinnerungen an Ernst Abbe und den Optikerkreis um ihn.

Von Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.

(Schluß.)

Mit der Einführung der neuen Glas- und einiger Kristallarten, wie des Flußspats, in das Mikroskopobjektiv, genauer mit der Berechnung der Apochromate und der Schaffung der Kompensationsokulare, war verständlicherweise eine große Arbeit verbunden. Was die Apochromate angeht, so verbot *Abbes* schon berührter Grundsatz, rein wissenschaftliche Hilfsmittel unter ein Patent zu stellen, die Erzeugnisse der optischen Werkstätte in der gewohnten Weise vor Nachahmung zu schützen. Man war daher gezwungen, die Einzelheiten möglichst geheim zu halten, und hat namentlich die Flußspatlinsen für mehrere Jahre der Aufmerksamkeit der Mitbewerber entziehen können. Wer billig denkt, wird einer auf den gewerblichen Schutz verzichtenden Anstalt den Schleier des Geheimnisses nicht verübeln dürfen. Wie wirksam er ist, soll hier nicht untersucht werden, das eine aber ist sicher, daß eben der großherzige Grundsatz *Abbes* für die Kenntnis des Mikroskopobjektivs und seiner Verbesserung verhängnisvoll gewesen ist, und daß ein späterer, rechenkundiger Geschichtsschreiber des Mikroskops eine ganz ungemein viel schwierigere Arbeit haben wird als etwa der des photographischen Objektivs. Hier hat eben der Schutz durch Patente schon früh begonnen, und die gesamte Entwicklung vollzog sich unter dem gesetzlichen Zwange, die zu sichernden Erfindungen auch deutlich zu beschreiben. — Was jene Okularformen betrifft, so hat später *H. Schröder* darauf hingewiesen, daß man bei Fernrohren schon früh im 19. Jahrhundert, als man die Diallytanordnung ausbildete, zur Anwendung von solchen für blau schwächer vergrößernden Okularen gekommen sei. Die Richtigkeit dieses Hinweises soll nicht bestritten werden, doch ist es ebenso gewiß, daß die Techniker des Mikroskops von dieser Vorgängerschaft für ihre starken Objektive keinen Nutzen zogen, denen man mit Kompensationsokularen wohl hätte zu Hilfe kommen können. Die Anwendung jenes

älteren Gedankens auf dieses Gebiet und seine grundsätzliche und neuartige Durchführung bei den neuen Hilfsmitteln der Mikroskopie wird also *Abbes* Verdienst bleiben. — Zur Unterstützung bei der großen Rechenarbeit zog er im Januar 1886 den Schulamtskandidaten *Paul Rudolph* heran, schulte ihn auf diesem Gebiete und bildete bald einen Mithelfer aus, der auch schwierigen Aufgaben des Mikroskopbaues wohl gewachsen war.

Bald aber wirkte der schon früher aufgetretene Wunsch, das Gebiet optischer Betätigung zu erweitern, und man dachte dabei zunächst an die Herstellung photographischer Objektive. Für diese Aufgabe entwickelte *Abbe* die in Deutschland wohl nie beachteten Formeln für die Verfolgung der Tangential- und der Sagittalstrahlen, wie sie zuerst 1829 *H. Coddington* (68, 69) veröffentlicht hatte, und mit ihrer Hilfe berechnete *Rudolph* vor 1890 die ersten Formen der Anastigmaten (Protare). Ich (1, 356—58) habe über die Geschichte dieser Neuierung schon 1899 ziemlich ausführlich gehandelt und verweise auch heute auf diese Darstellung. Damals habe ich diesen Wortlaut nach vielfacher Besprechung mit *P. Rudolph* abgefaßt und ihn dann mit der ganzen Handschrift *S. Czapski* zu eingehender, häufig zur Feststellung einzelner Ausdrücke führender Durchsicht vorgelegt. Berücksichtigt man diesen Umstand und auch den, daß wir damals alle dieser Entwicklung um 20 Jahre näher standen, so wird man heute keinen Anstand zu nehmen brauchen, diese Darstellung als zutreffend anzusehen. Daß auch nach *Abbes* Meinung bei der Bestellung des photographischen Feldes *Rudolph* der entscheidende Anteil an der gemeinsamen Arbeit gebühre, hat er (3, 140) 1896 bei der Feier des 50-jährigen Bestehens der Werkstätte in ebenso unzweideutiger, wie *Rudolphs* Sonderverdienst heraushebender Weise betont. — Hier wird man allein aus besserer Kenntnis der Geschichte einige Worte zur Würdigung der *Rudolphschen* Erfindung hinzufügen können, woraus sich ergibt, daß er ein Ziel erreicht hat, dem die tüchtigsten Wettbewerber nachgestrebt hatten. Wir wissen heute, daß der Gedanke, in einem sphärisch gut korrigierten Doppelobjektiv mit Mittelblende auch die praktisch so wichtige astigmatische Bildfeldebenung durchzuführen, zuerst von *J. Petzval* in Angriff genommen wurde. Leider hat dieser Optiker darüber völlig geschwiegen, und unsere Kenntnis beruht, wie ich (4, 5) auseinandergesetzt habe, allein auf der Durchmessung eines 1906 in seinem Nachlaß gefundenen Stückes. Diese Vorgängerschaft konnte in Jena 1888 also nicht bekannt sein. Eine weitere Lösung jener Aufgabe wurde, wie ich 1911 (7, 267) hervorheben konnte, durch *Ch. Piazzzi Smyth* 1874 veröffentlicht, und zwar benutzte dieser wenig bekannte Optiker nach einer auf *Abbe* zurückgehenden Ausdrucksweise die Möglichkeit einer gesonderten Korrektur des Astigmatismus schiefer Büschel. Das dritte Ob-

jektiv, das einen weiteren Schritt auf dem Wege zu den heutigen Leistungen bedeutet, war *H. A. Steinheils* Porträtantiplanet vom Jahre 1881. Diese letzte Anlage war *Rudolph* bekannt, und sein Patentanspruch wurde so gefaßt, daß das von ihm beanspruchte Gebiet nicht mit dem *Steinheilschen* zusammenfiel.

Die geradezu bahnbrechenden Leistungen *Rudolphs* habe ich in jener Einzelschrift eingehender behandelt und dazu in der zweiten, durch *O. Eppenstein* herausgegebenen Ausgabe des *Czapskischen* Buches (1, 318—19) einen kleinen Nachtrag geliefert. Es ist an dieser Stelle nur nötig, noch eine seiner Leistungen zu erwähnen, weil sie auch *Abbe* zur Mitarbeit anreizte. Es war im Spätherbst 1897, als *Rudolph* die Lösung einer Aufgabe gelang, die ihm von dem polnischen Erfinder *J. Szczepanik* gestellt worden war. Es handelte sich dabei um die Herbeiführung deutlicher Abbildung, wenn zugleich die Vergrößerung in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschiedene vorgeschriebene Werte annehmen sollte. *Abbe* verfolgte die Aufgabe noch weiter und hat nicht nur die Theorie der achsensnahen Strahlen angegeben, wie sie *P. Culmann* bei *M. v. Rohr* (2, 194—98) wiedergegeben hat, sondern er äußerte sich auch gesprächsweise über die eigenartigen Zerstreungsfiguren, die dann *A. Gullstrand* (1) 1905 eingehend untersucht hat. Schon 1898 erwies es sich übrigens, daß es sich bei den von *Rudolph* und *Abbe* gefundenen Lösungen um keine Erfindung im Sinne des Patentamts handelte, da verschiedene in meiner Einzelschrift (1, 395) aufgeführte Vorgänger vorhanden waren, und man verzichtete infolgedessen in Jena freiwillig auf das inzwischen erteilte Patent.

Im November 1890 trat der Bonner Privatdozent *Carl Pulfrich* in die Werkstätte ein, um die neugegründete Abteilung für optische Meßinstrumente zu leiten. Er brachte bereits Erfahrungen auf refraktometrischem Gebiete mit, wo er neue Vorkehrungen zur Messung von Kristallen angegeben hatte, und hat diesem Forschungsgebiete andauernd und mit allgemein anerkanntem Erfolge seine Aufmerksamkeit geschenkt. Schon 1891 veröffentlichte er eine große Arbeit über die Abhängigkeit der Brechung verschiedener Glasarten von der Temperatur und ließ 1893 eine eingehende Darstellung des Dilatometers nach *Abbe-Fizeau* folgen. Am besten bekannt aber wurde er durch die noch näher zu berührende Arbeit an dem Grousillierschen Entfernungsmesser, durch den angeregt er seit 1900 die Stereokomparatoren baute. Diese außerordentlich leistungsfähigen Meßinstrumente sind mehr und mehr für feine astronomische und geographische Messungen verwandt worden, doch führt das schon über *Abbes* Lebzeiten hinaus.

Nicht viel später, in das Frühjahr 1892, fiel der Eintritt von *Karl Bratuscheck* zur Unterstützung *Abbes* bei den Geschäften der mikroskopischen Abteilung. Leider ist die jetzt noch vor-

handene Überlieferung über diesen sehr befähigten Schüler *Abbes* nur sehr dürftig, und daher soll hier alles zusammengetragen werden, was sich dazu jetzt noch ermitteln ließ. Auf ihn zurück geht nur eine unvollendete Arbeit (1) vom Herbst 1892, die offenbar unter dem Einfluß *Abbes* entstanden ist. Er beabsichtigte, darin das Lichtstärkenverhältnis der Teile des Beugungsspektrums gegeneinander dadurch zu ändern, daß er einen dünnen, durchsichtigen Platinbelag einschaltete. Ferner sollte auch die bei der Brechung eintretende, unvollständige Polarisierung berücksichtigt werden, und er hatte vor, zu diesem Zweck die Fehler des Objektivs, d. h. eine etwaige Doppelbrechung, den Einfluß der Absorption und die auf die Zonen der sphärischen Korrektur zurückgehende Phasenverschiebung in Rechnung zu ziehen. Von seinen sonstigen Leistungen ist hauptsächlich durch *Czapski* Kunde auf uns gekommen. So geht in theoretischer Hinsicht eine strengere Formel für die Größe des Zerstreuungskreises für einen nicht eingestellten Punkt nach *Czapski* (1, 254) auf ihn zurück. Das Preisverzeichnis der Mikroskope schreibt ihm ferner die Berechnung der Wasserimmersion D^* mit besonders großem, freiem Abstände zu, und weiterhin gab *Czapski* nach *M. v. Rohr* (5, 240) an, daß er die eigentümliche Form des Porroschen bildaufrichtenden Prismensatzes in sehr zweckmäßiger Weise zur bequemen Anpassung der Okulare bestimmter binokularer Instrumente an den Augenabstand des Beobachters verwandt habe. Derselbe Gewährsmann hat endlich in einem Schreiben an *A. Köhler* vom Jahre 1894 noch eine weitere, hierher gehörige Angabe gemacht. Er äußerte sich dabei zu dem von *Köhler* 1893 veröffentlichten Beleuchtungssystem. Dessen Anlage beruht darauf, daß an die Stelle der Lichtquelle, deren Bild das Leuchtfeld begrenzt, die Öffnung einer Linse, des Kollektors, tritt, während das Bild der Lichtquelle in die Aperturblende des Kondensors fällt. Eine solche Anlage hatte *Bratuscheck* nach jenem Briefe *Czapskis* bereits während seines Aufenthaltes in Jena verwirklicht. Er verließ die Werkstätte aus persönlichen Gründen im November 1893 und übernahm die Leitung eines kleinen Unternehmens, das mit der Optik nichts zu tun hatte. Gelegentlich hat er sich noch in dieser Zeit mit optischen Aufgaben beschäftigt, so mit der Verwendung des photographischen Teleobjektivs zum Entwerfen von Bildern auf einen Schirm in verschiedener Vergrößerung. Im Jahre 1907 wurden von der Zeißischen Werkstätte leider vergebliche Anstrengungen gemacht, ihn wieder in den Kreis der Mitarbeiter zu ziehen, und bereits 1910 wurde er so krank, daß er am Arbeiten verhindert wurde; er war am 24. Januar 1865 geboren und ist am 19. Oktober 1913 gestorben.

Von einer wirtschaftlich besonders großen Bedeutung war es, daß *Abbe* im Jahre 1893 die Herstellung von Prismendoppelfernrohren aufnahm. Die Anlage eines Handfernrohrs mit Bild-

aufrichtung durch Spiegelprismen hatte er nach *Auerbach* (301) schon 1870 verwirklicht, ohne seine ziemlich zahlreichen Vorgänger zu kennen. Die Einführung dieser heute so wichtigen Doppelgläser habe ich (6, 174—77) ziemlich eingehend geschildert, so daß es mit diesem Hinweis genug sein mag. Wie richtig *Abbes* Wahl der Form für diese Instrumente gewesen war, mag man daraus ersehen, daß nach dem Ablauf des Patentschutzes auf die Steigerung des Abstandes der Eintrittspupillen die Porroschen Feldstecher allgemein nur noch in der Zeißischen Form auf dem Markte erschienen. Die früher nicht selten geäußerten Zweifel an der Bedeutung der Steigerung der Tiefenwahrnehmung habe ich nach 1908, dem Jahre des Freiwerdens dieser Form, auch nicht mehr vertreten gesehen. Schon bei der ersten Einführung zeigte sich eine große Anteilnahme für diese Instrumente bei Heer und Flotte, und diese Beziehungen wurden enger, als man in der Jenaer Werkstätte daran ging, den Grouillierschen Entfernungsmesser auszubilden, eine Aufgabe, die, wie oben gesagt, *C. Pulfrich* übertragen wurde. Über den Entfernungsmesser und seine Entwicklung habe ich (6, 180—81) einige Angaben gemacht und weise hier nur dorthin. Jedenfalls aber kann man hervorheben, daß man in der Jenaer Werkstätte nicht zurückblieb, diese wichtigen Werkzeuge für den Kriegsgebrauch ausarbeiten und zu vervollkommen; ja nach Herrn *Prof. Pulfrichs* Äußerung hat *Abbe* an der stetig fortschreitenden Verbesserung eben des Entfernungsmessers sogar sehr lebhaft Anteil genommen.

Die allmählich immer weiter zunehmende Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter brachte die Leitung 1895 auf den Gedanken, wissenschaftliche Abende für diesen Kreis anzuregen, und es gelang, derartige auf die Geschäftsleitung und den Stab wissenschaftlicher Mitarbeiter beschränkte Zusammenkünfte im Winter 1895/96 ins Leben zu rufen. Die jüngeren Mitglieder wurden zum Bericht über ausgewählte Aufsätze aus den optischen Zeitschriften jener Zeit veranlaßt, und die älteren berichteten über Neuerungen ihrer Abteilungen oder ihrer sonstigen Erfahrung. So erinnere ich mich sehr lebhaft eines Berichts, den *C. Pulfrich* über die Jubiläumssitzung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu Berlin erstattete, wo er die ersten Vorführungen der Röntgenschen Strahlen gesehen hatte. Wohl etwas früher fiel der Besuch des amerikanischen Zoologen *Horatio S. Greenough*, der in der Gesellschaft seines Beichtvaters erschienen war, um die Herstellung seines binokularen Stereoskops zu fördern. Ihm lag damals und später hauptsächlich daran, ein dem Gegenstande streng ähnliches Raumbild zustande zu bringen, und er schilderte uns den Weg dahin, stark an den Einzelheiten haftend, mit großer Eindringlichkeit, wie er ihn gefunden hatte. Weder ihm noch seinen Zuhörern war es bekannt, daß sich *D. Brewster* bereits

46 Jahre zuvor über eine ganz entsprechende Aufgabe, die Herbeiführung n -facher, streng ähnlicher Verkleinerung, geäußert hatte. Ich möchte nicht glauben, daß diese zwanglosen Abende im Weimarer Hof länger als bis in den Frühling 1896 bestehen blieben.

Die Feier des 50-jährigen Bestehens der Werkstätte sah den Betrieb auf mehreren großen optischen Gebieten tätig, denn schon damals war die Nachfrage nach Prismenfeldstechern recht bemerkenswert, und Mitbewerber waren auf diesem Gebiete noch nicht merkbar aufgetreten. Immerhin schien die Vorbereitung weiterer Ausdehnung noch ferner wünschenswert, und sie führte zur Gewinnung von *Ludwig Mach*, der am 1. November 1896 und von *Hans Harting*, der im August 1897 eintrat. Dr. *Mach* beschäftigte sich nicht allein mit der Herstellung feinsten Meßinstrumente, sondern behandelte auch Fragen der Technologie und richtete namentlich sein Augenmerk auf die Herstellung von harten Legierungen aus Aluminium und Magnesium zunächst zur Verwendung an Metallspiegeln. Von Jena aus hat er dann weiterhin einen Patentschutz für seine Erfindung des Magnaliums nachgesucht, eines leichten Arbeitsmetalls, an dessen Haltbarkeit man zu jener Zeit Hoffnungen knüpfte, die indessen nicht in Erfüllung gegangen sind. Über das Eigentum an diesem Schutzrecht erhoben sich Meinungsverschiedenheiten, und infolgedessen ist *L. Mach* gegen Ende des Jahres 1899 aus seiner Stellung geschieden. — Dr. *Hans Harting* ist in der kurzen Zeit seines Aufenthalts in Jena — er trat im Herbst 1899 als Direktor an die Spitze der Voigtländerschen Anstalt zu Braunschweig — literarisch sehr fruchtbar gewesen, und man kann aus seinen Beiträgen (und den Berichten darüber) in den Jahrgängen für 1898 bis 1900 der Zeitschrift für Instrumentenkunde eine gute Übersicht über seine Tätigkeit erhalten. Er hat sowohl für schwache Mikroskopobjektive als für verkittete Fernrohrobjektive Rechenregeln angegeben und sich auch zur Theorie astronomischer Fernrohrobjektive vernehmen lassen. Im Dezember 1898 gab er, was an dieser Stelle von besonderer Wichtigkeit ist, neben anderem ein auf *Abbe* zurückgehendes Lösungsverfahren für eine in der Feldstechertechnik wichtige Aufgabe an. Es handelte sich dabei um die Frage, für welche Glaspaaire sich ein zweilinsiges verkittetes Fernrohrobjektiv berechnen lasse, das sowohl sphärisch wie chromatisch, wie auf Sinusbedingung korrigiert sei. — Ungefähr zu gleicher Zeit (1. April 1897) war der Chemiker Dr. *Max Pauly* (geb. 15. November 1849, gest. 26. April 1917) als Leiter einer neu zu begründenden Abteilung für astronomische Fernrohre eingetreten. Er erfreute sich eines großen Rufs wegen seiner Geschicklichkeit, große Flächen von Linsen und Spiegeln zu bearbeiten, eine Fertigkeit, die er sich zuerst bei der Ausübung seiner Lieblingsbeschäftigung in freien Stunden erworben hatte. Er hat auch tatsächlich

in der Werkstätte die Verfahren zur genauen Bearbeitung großer Flächen gefördert und verschiedene große Instrumente geliefert. Die für seine Abteilung notwendigen Rechnungen wurden von Dr. *A. König* (eingetreten im Oktober 1894) und auch *H. Harting* ausgeführt. Er ist lange nach *Abbes* Tod, Ende Dezember 1913, aus der Werkstätte ausgetreten.

Die Teilnahme an Neuerungen in seiner Wissenschaft war bei *Abbe* so lebhaft, daß er die 1896 eingegangenen wissenschaftlichen Abende der Mitarbeiter 1898 für mehrere Jahre wieder aufleben ließ. Sie kamen vor einem größeren Kreise zustande, insofern, als die Jenaer Universitätslehrer für Physik und Mathematik an ihnen teilnahmen; man versammelte sich im physikalischen und gelegentlich im mathematischen Institut. *Abbe* beteiligte sich durch mehrfache Vorträge an diesen Veranstaltungen, von denen wenigstens einer (2, 243—46) durch eine Niederschrift *R. Straubels* der Vergessenheit entzogen worden ist; ein anderer über das Aussehen einer Verfinsterung des Mondes vom Monde aus hat wohl den Hörern großen Eindruck gemacht, doch ließ sich davon keine Niederschrift mehr auffinden.

Zu dieser undeutlichen Bemerkung verdanke ich aber Herrn Prof. *Straubel* die folgenden erläuternden Mitteilungen:

„Vortrag von *Abbe* zur Dioptrik der Atmosphäre.

Behandelt wurde die Lichtverteilung im Schattenraum der Erde. Es galt, zwei Tatsachen zu erklären:

1. Daß der Mond im Kernschatten nicht finster ist,
2. daß der Kernschatten größer erscheint, als der Rechnung entspricht.

Für beides ist die Wirkung der Erdatmosphäre heranzuziehen.

Plehn und *Seeliger* haben Erklärungen versucht.

Nach den allgemeinen Prinzipien der Beleuchtung ist die Antwort auf 1. leicht zu geben, da man nur die von der Atmosphäre entworfenen Bilder der Sonne zu konstruieren hat, und die (räumlichen) Winkel dieser Bilder (vom Monde aus gesehen) ein Maß der Beleuchtung geben.

Auf der Sonnen- und Erdmittelpunkt verbindenden Geraden ist das Bild ein Ring, dessen Fläche ungefähr ein Tausendstel der Sonnenfläche ist.

Wandert man aus der Mittelpunktsggeraden heraus, so entsteht eine Sichel, die sich bei weiterem Herauswandern von der Erde ablöst.

Berührt die Sonne von innen die Erde, so wird die Sichel kürzer und höher, nimmt später Nierengestalt an und wird schließlich eine eingebuchtete Scheibe.

Das Licht ist offenbar dem äußeren Halbschatten entzogen.

2. Die zweite Frage ist bereits von *Seeliger*

geklärt; man kann eine Grenze mit dem Differentialquotienten der Beleuchtung = Null nicht bemerken, die Zeit des Durchgangs muß also vergrößert werden.“

Auch an bestimmten optischen Aufgaben der Werkstätte nahm er um diese Zeit lebhaft teil. Zu dem uns damals überraschenden Auftreten einiger Verzeichnung bei den streng symmetrischen Planarformen — das Bow-Suttonsche Gesetz war uns nicht bekannt — gab er 1897 einen erklärenden Hinweis und forderte meine Darstellung des Sachverhalts. Gegen Ende des Jahres 1898 beschäftigte ihn die Anwendung nichtsphärischer Flächen, über deren Bedeutung er schon damals vor dem Kreise seiner rechnenden Optiker gelegentliche Mitteilungen gemacht hat. Die ersten Rechnungen für die Anwendung hat *H. Harting* kurz vor seinem Fortgang durchgeführt, und als ich dann, auf *Abbes* Wunsch, in dessen Stellung eintrat, hat er im Winter 1899 bis 1900 gerade dieser Aufgabe sehr viel Aufmerksamkeit geschenkt. Die einfachen Systeme, so einfache aplanatische Linsen beträchtlicher Öffnung, an denen die noch ungeübten Rechner geschult wurden, haben erst später im großen Gullstrandschen Ophthalmoskop eine richtige Verwendung gefunden, wo ihre Überlegenheit über Beleuchtungslinsen abweichenden Baus deutlich hervortrat. *Abbe* arbeitete, als die Rechenverfahren ausgearbeitet und die Rechner etwas darauf eingeübt waren, einen genauen Plan aus, um ein symmetrisches Objektiv für photographischen Gebrauch aus zwei einfach verkitteten Doppel-linsen bestehend zu finden. Dabei wurde die Einzellinse sphärisch korrigiert und erhielt ein von Astigmatismus freies, ebenes Bildfeld. Seine Teilnahme war sehr rege, und als ich ihm vom Gelingen der Ausführung (sie war *H. Siedentopf* anvertraut worden) nach Lugano Nachricht gab, antwortete er mit besonderer Freude. In jener Zeit faßte er die Aufgabe näher ins Auge, die Bildebenung der Mikroskopobjektive zu verbessern. Es wurden dabei besonders die tangentialen Büschel berücksichtigt, und die eigenartigen Abbeschen Formeln für die unmittelbare Verfolgung eines meridionalen Strahlenbüschels bei *M. v. Rohr* (2, 45—47) stammen aus jener Zeit. Die Anwendung dieser Überlegungen auf die verschiedenen Formen von Mikroskopobjektiven fiel mir zu, und der Fortschritt, der dadurch bei den schwachen Systemen erreicht wurde, hat ihn ebenso lebhaft beschäftigt, wie die Unmöglichkeit, die stärkeren auf Grund dieser Anschauung zu verbessern. Auch andere Aufgaben reizten ihn im Verlaufe dieser Arbeit: so hat er eine etwas bequemere Form, die chromatischen Rechnungen anzulegen, vorgeschlagen und Formeln angegeben, um den Anteil der einzelnen Flächen eines Systems an dem Betrage der Zonen am Schlusse zu ermitteln. Seine Teilnahme an optischen Arbeiten blieb immer rege: er hat sich bei den Vorbesprechungen zu der von verschiedenen Mit-

arbeitern gemeinsam bearbeiteten Theorie der Bilderzeugung mit großem Eifer beteiligt und auch noch an *Köhlers* oben erwähnter Neuerung sowie an der glänzenden Leistung teilgenommen, die *H. Siedentopf* 1903 mit seinem Ultramikroskop gelang. Als das noch im Dezember 1903 fertig gewordene Buch ihm mit der ihm geltenden Widmung überreicht werden konnte, da hat er, so schwach und angegriffen seine Gesundheit auch schon war, doch noch eine gewisse Freude daran empfunden; jedenfalls galt ihm sein letzter Anteil an optischen Gegenständen. Ich bedaure noch heute auf das lebhafteste, daß die von *Gullstrand* ausgehenden Einflüsse auf die Jenaer Werkstätte zu spät erfolgten, um ihm ganz deutlich zu werden; die so ganz verschiedene, von flächentheoretischen Überlegungen ausgehende Anlage, die Berücksichtigung der Augendrehung und die Erweiterung der Strahlenbegrenzung durch die Einführung ringförmiger Blendenbilder würde ihn bei besserer Gesundheit ganz ungemein beschäftigt haben.

Wie man aus der Auerbachschen Darstellung ersehen kann, wurde sein Tod als eine Erlösung für ihn empfunden, und ein kleiner Kreis seiner Schüler und Verehrer versuchte ziemlich zeitig, das Andenken an ihn durch eine größere Stiftung zur Erziehung begabter Arbeiterkinder in seinem Sinne lebendig zu erhalten. Es schien dieser abseitsstehenden Gruppe gegen den Wunsch des Dahingegangenen, seiner bei einer prunkenden Leichenfeier und einem stolzen Grabmal zu gedenken; sie glaubten, in der von ihm gewählten Form der Ehrung seines alten Freundes und Teilhabers *Carl Zeiß* ein Beispiel für das Erinnerungsmal zu sehen, das ihm selber angezeigt erschienen wäre. Man setzte sich mit Vertretern der Jenaer Universität und mit anerkannten Führern der Arbeiterpartei ins Einvernehmen, da man glaubte, dem Reich, dem Staat, der Stadt und vielen einzelnen sehr wohl fühlbare Opfer zum Gedächtnis eines Mannes zumuten zu dürfen, der selber die größten nicht gescheut hatte. Über den Erfolg dieser Bestrebungen ist nur zu berichten, daß die dafür gesammelten Beträge später einer öffentlichen Einrichtung zur Förderung von Optikern zugeführt wurden, denn über die Ansichten dieser Gruppe hinweg schritt die Masse der Andersdenkenden ruhig und ihrer Sache sicher dazu, den ungewöhnlichen Mann seiner Denkart ungefragt auf die übliche Weise zu ehren. Die Berichte über mehrere Totenfeiern und ein sogar von drei bedeutenden Künstlern geschaffenes Denkmal haben der Mehrzahl besser behagt als unsichere Hoffnungen auf geistige Leistungen einiger, jetzt möglicherweise verkümmender Begabungen.

Komme ich nun dazu, meine persönlichen Erinnerungen niederzuschreiben, so sind sie nicht umfangreich, denn ich bin erst 1899, als ich auf *Abbes* ausdrücklichen Wunsch in die Stellung *Hartings* aufrückte, ihm menschlich näher getreten, und ein Altersunterschied von 28 Jahren

ist gar zu groß, als daß wir rasch hätten vertraut werden können. Er hat mich dann gelegentlich und später wohl in steigendem Maße ziemlich tiefgehender Gespräche gewürdigt. Sie gingen in der Regel von Fragen der geschäftlichen Tätigkeit aus, die ich an ihn stellen mußte, denn mir ist der Dienst eines persönlichen Assistenten bei ihm nicht eben leicht geworden. Da er das Zutrauen zu mir gewann, daß mir in meiner dienstlichen Stellung die Satzung der Stiftung als ein unverbrüchliches Gesetz galt, auch wo ich seiner Begründung nicht zu folgen vermochte, hat er mit großer Güte und Geduld meine im Grunde stark abweichenden Ansichten ertragen. Wenn ich etwa im Sinne der Carlyleschen Heldenverehrung von einem kollegialischen Verhältnis zu ihm, das er als selbstverständlich ansah, nichts wissen wollte, sondern eine freiwillige Unterordnung unter die Führung des Meisters vertrat, so hat er diese Stellung lebhaft bekämpft, mir aber mein Beharren darin nicht verdacht. Ähnliche Streitpunkte bot mein Eintreten für die guten Seiten des Beamtentums, die mir aus Erziehung und persönlicher Erfahrung unbestreitbar erschienen. Daß meine Verehrung für ihn durch die Verschiedenheit der Ansichten nicht geringer wurde, ist leicht zu verstehen: es hat niemand, auch mein eigener Vater nicht, an der Ausbildung meines inneren Menschen so viel Anteil, wie eben *Abbe*. Wo ich Gelegenheit hatte, von diesem größten Charakter zu sprechen, an den mich mein Lebensweg geführt hat, habe ich mit Freuden Zeugnis für ihn abgelegt, auch wenn es im Geschäftsleben etwa vor Personen geschah, bei denen auf eine Änderung ihrer vorgefaßten Meinungen nicht zu rechnen war. Für mich aber wird es stets ein aus Ehrfurcht, Bewunderung und Dankbarkeit zusammengesetztes Gefühl bleiben, mit dem ich an diesen Mann zurückdenke, dem ein eigennütziges Gefühl völlig fremd war. Suchte man Rat bei ihm, so verließ man ihn jedesmal getrost und gehoben, denn für niemand konnte das schöne Goethesche Wort besser passen:

Und hinter ihm, in wesenlosem Scheine,
Lag, was uns alle bändigt, das Gemeine.

Abbe; Gesammelte Abhandlungen von *Ernst* —.

1. Bd., Jena, G. Fischer, 1904. VIII, 486 S. 8° mit 2 Tfln. und 29 Textabb. Herausgeg. von *H. Ambronn*.

2. Bd., ebenda, 1906. VI, 346 S. 8° mit 7 Tfln. und 16 Textabb. Herausgeg. von *E. Wandersleb*.

3. Bd., ebenda, 1906. XIII, 402 S. 8° mit einer Tafel. Herausgeg. von *S. Czapski*.

Auerbach, F., Ernst Abbe. Sein Leben, sein Wirken, seine Persönlichkeit nach den Quellen und aus eigener Erfahrung geschildert. Leipzig, Akad. Verlagsges. m. b. H., 1918. XV, 512 S. mit einer Tafel, 115 Textabb. und der Nachbildung zweier Schriftstücke.

Barfuß, F. W., Ueber die Construction zusammengesetzter Mikroskope. *Pogg. Ann.* 1846. 68. 88—91.

Bratuscheck, K., Die Lichtstärke-Änderungen nach verschiedenen Schwingungsrichtungen in Linsensystemen von großem Öffnungswinkel mit Beziehung

zur mikroskopischen Abbildung. (10. X. 92.) *Zft. f. wiss. Mikrosk.* 1892. 9. 145—160. Nicht vollendet.

Coddington, H., A treatise on the reflexion and refraction of light, being part I of a system of optics. Cambridge, Simpkin and Marshall, London 1829. XX, 296, (2) S. 8° mit 10 Tfln.

Czapski, S., (1) Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente nach *Abbe*. 2. Aufl. unter Mitwirkung des Verfassers und mit Beiträgen von *M. v. Rohr*, herausgegeben von *O. Eppenstein*. Leipzig, J. A. Barth, 1904. XVI, 480 S. gr. 8°, mit 176 Textabb., auch *A. Winkelmanns* Handbuch der Physik. Bd. 6.

— (2) Nachruf auf *Ernst Abbe*; gesprochen in der Sitzung vom 3. März 1905. *Verh. Deut. Phys. Ges.* 1905. 7. 89—121.

Gullstrand, A., Über Astigmatismus, Koma und Aberration. *Drudes Ann.* 1905. (4) 18. 941—973.

Martin, K., Ueber den Anteil *Emil Buschs* an der Entwicklung der optischen Glasindustrie in Deutschland. *Deut. Opt. Wochenschr.* 1917. 2. 7. (7. I.)

v. Rohr, M., (1) Theorie und Geschichte des photographischen Objektivs. Berlin, J. Springer, 1899. 8°, XX, 436 S. mit 148 Textabb. und 4 Tfln.

— (2) Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkte der geometrischen Optik. Bearbeitet von den wissenschaftlichen Mitarbeitern an der optischen Werkstätte von *Carl Zeiß*, *P. Culmann*, *S. Czapski*, *A. König*, *F. Löwe*, *M. v. Rohr*, *H. Siedentopf*, *E. Wandersleb*. Herausgegeben von —. Berlin, J. Springer, 1904. XXII, 587 S. 8° mit 133 Textabb.

— (3) *Ernst Carl Abbe*. *Zft. f. Instrumentenkde.*, 1905. 25. 61—69 mit einer Tafel.

— (4) Zur Erinnerung an *Josef Max Petzval* (geb. 6. Januar 1807, gest. 17. Sept. 1891). *Zft. f. Instrumentenkde.*, 1907. 27. 1—6 mit 3 Textabb. und einer Tafel.

— (5) *Siegfried Czapski*. *Zft. f. Instrumentenkde.*, 1907. 27. 237—241.

— (6) Die binokularen Instrumente. Nach Quellen bearbeitet. Berlin, J. Springer, 1907. VIII, 223 S. 8° mit 90 Textabb.

— (7) Das Biotar, ein Projektionssystem mit besonders großer Öffnung und ebenem Feld. *Zft. f. Instrumentenkde.* 1911. 31. 265—270, mit 5 Textabb.

— (8) Zur Geschichte des optischen Glases. *Deutsche Opt. Wochenschr.* 1915/16. I. 369—372; 382—385; 395 bis 396; 404—405; 419—420; 431—434; 444—445; 470—471, mit 2 Textabb., vom 19. III. bis zum 14. V. 16.

— (9) Zur Erinnerung an *Carl Zeiß*, geboren am 11. September 1816. *Die Naturw.* 1916. 4. 541—47. (8. IX.)

Steinheil, R., Bemerkung zu der vorhergehenden (von *Czapski* stammenden) Notiz. *Zft. f. Instrumentenkde.* 1895. 15. 75—76.

Emile Yung.

Von *Hans Almeroth, Genf.*

Am 2. Februar dieses Jahres wurde die Universität Genf und mit ihr die Schweiz durch den plötzlichen Tod des ordentlichen Professors der Zoologie und vergleichenden Anatomie *Dr. Emile Yung* in tiefe Trauer versetzt. Aber nicht nur die Schweiz, ja die ganze wissenschaftliche Welt hat einen unersetzlichen Verlust zu beklagen. *Emile Yungs* Bedeutung ist eine so große, universelle, daß es sich wohl verlohnt, auch in einer deutschen Zeitschrift in kurzen Zügen ein Bild von dem Wirken und Schaffen des Gelehrten zu geben.

Emile Yung wurde am 6. Juni 1854 in Genf geboren. Es war dem sehr begabten jungen Mann leider nicht möglich, seine wissenschaftlichen Ideale sofort in die Wirklichkeit umzusetzen, denn seine pekuniären Verhältnisse geboten ihm, schon mit 14 Jahren die Schule zu verlassen, um für seinen Unterhalt zu sorgen. Er fand zuerst eine Anstellung in der kantonalen Verwaltung in Genf. In seiner freien Zeit bildete er sich als Autodidakt weiter aus, und durch seinen Fleiß und seine Energie erreichte er es, in Montreux (Kanton Waadt) mit 19 Jahren am Gymnasium als Lehrer Verwendung zu finden. In dem nun folgenden Abschnitt seines Lebens machte er seine ersten Versuche naturwissenschaftlicher Forschung, und zwar nicht gleich auf dem Gebiete der Zoologie, sondern auf dem der Meteorologie (überatmosphärischen Staub und Meteoriten).

Sein guter Stern führte Yung einige Jahre später mit dem berühmten Carl Vogt (1817—1895) zusammen, der an der Universität Genf Zoologie, vergleichende Anatomie, Paläontologie und Geologie lehrte. Vogt, der die außerordentliche Begabung Yungs mit seinem scharfen Blick erkannte, übertrug ihm eine Assistentenstelle am zoologischen Institut der Universität, womit Yungs Zukunft gesichert war. Nun konnte er seine Ideale verwirklichen. Er arbeitete mit allen Kräften, und schon 1879 erwarb er sich die Doktorwürde „es sciences“ mit seiner Dissertation „*De la structure intime et des fonctions du système nerveux central des Crustacés décapodes*“.

Nach dem Doktorexamen begann eine ungeheuer reiche publizistische Tätigkeit. Die Anzahl seiner Publikationen beträgt 200, worunter auch viel Literarisches. Es ist unmöglich, hier ein erschöpfendes Bild seiner wissenschaftlichen Bedeutung zu geben. Wir müssen uns leider beschränken und nur in Umrissen versuchen, uns einen Begriff dieses Gelehrten zu machen.

Yung arbeitete zuerst nach zwei verschiedenen Richtungen. In erster Linie sind es physiologische und psychologische Probleme, in zweiter Linie zoologisch-vergleichend anatomische Fragen, mit denen er sich beschäftigt. Und zwar verlor Yung bei dem Versuch der Lösung seiner wissenschaftlichen Aufgaben, welche er sich stellte, bei der Ausarbeitung der speziellen Seite, nie das Ganze aus dem Auge. Er suchte Spezialforschung stets mit dem allgemeinen Geschehen in der Natur zu verbinden, und in seinen Arbeiten zog er stets Schlüsse aufs Allgemeine.

Es seien hier einige seiner Publikationen erwähnt, die uns zeigen werden, wie vielseitig das Arbeitsfeld Yungs war.

Seine physiologischen Untersuchungen erstreckten sich auf: die Wirkungen und die Ausscheidung von giftigen Substanzen bei den Cephalopoden, die Lichtperzeption durch die Haut bei Regenwürmern und anderes mehr. Aber er verband auch die physiologische Methode mit der morphologischen. So arbeitete er über den Bau

des Darmkanals und die Verdauungserscheinungen bei Fischen, über die histologischen und anatomischen Veränderungen des Darmes von Tieren unter dem Einfluß des Hungerns.

Besonders wertvoll sind seine Beiträge zur Kenntnis von *Helix pomatia* Linné. Seine Schrift „*Contribution à l'histoire physiologique de l'Escargot*“ wurde 1886 mit der goldenen Medaille der königlichen belgischen Akademie der Wissenschaften preisgekrönt. Fernere Arbeiten über *Helix pomatia* führten Yung zur Ansicht, daß die Weinbergschnecke einen besonderen „Feuchtigkeitsinn“ besitzt, und daß diese Schnecke, trotz dem Vorhandensein von Augen, blind ist. Auch gab er wertvolle Beiträge zur Anatomie des Olfaktivorgans dieses Tieres.

Seine Untersuchungen über das Verhalten von Tieren bei abnormen Lebensbedingungen sind grundlegend. Er experimentierte mit Fröschen, indem er die Wirkung farbigen Lichtes auf diese studierte; weiterhin beschäftigte er sich mit Fragen wie dem Einfluß der Wellenbewegung auf die Entwicklung von Froschlarven, über die anatomischen und funktionellen Veränderungen, welche bei Tieren durch Aufenthalt in salzigem, saurem oder alkalischem Wasser entstehen können. Er untersuchte Tiere auf die Bedeutung der Ernährung, mit der Absicht, zu ergründen, ob die Ernährung der Tiere eine Rolle bei der Bildung der Geschlechter spielt. Weiterhin seien noch erwähnt seine Forschungen über den Einfluß der Qualität der Nahrung auf die Länge des Darmes bei Batrachiern. Eine Arbeit, betitelt „*De l'influence des différentes espèces d'aliments sur le développement de la grenouille*“ wurde 1882 mit dem Davypreis der Genfer Universität ausgezeichnet.

Von psychologischen Arbeiten führe ich hier an: Schriften über die Entwicklung des Empfindungsvermögens, über den Orientierungssinn, den Feuchtigkeitssinn, über die Fehler der Empfindung und über Halluzinationen im wachen Zustand.

Im Jahre 1886 wurde Yung außerordentlicher Professor für Zoologie.

Mit seinem Meister Carl Vogt gab er ein großes „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie“ in 2 Bänden heraus, welches in den Jahren 1889 bis 1894 auch in deutscher Übersetzung erschien.

Nach Carl Vogts Tod, 1895, wurde Yung der Nachfolger seines Lehrers als ordentlicher Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie in Genf und wandte sich mit besonderem Eifer der Planktonkunde zu. 1911 sah er seinen langgehegten Wunsch der Gründung einer Biologischen Station zur Erforschung der Süßwasserfauna des Genfer Sees verwirklicht. Mit einem der Universität gehörigen Motorboot „Edouard Claparède“, das für Forschungszwecke eingerichtet ist, machte er regelmäßig Exkursionen. Er publizierte über das Plankton unseres Sees mehrere Arbeiten, von einer Reihe von Mitarbeitern

unterstützt, und lieferte besonders wertvolle Beiträge über Volumenbestimmung und quantitative Analyse des Planktons.

In den letzten Jahren redigierte er ein großes „Lehrbuch der Zoologie“. Leider ist nur der erste Teil, die „wirbellosen Tiere“, fast vollendet. Es ist ein tragisches Geschick, daß *Yung* die Vollendung dieses Werkes nicht mehr erleben sollte.

Yung hat verschiedene Reisen gemacht. So war der junge Doktor 1883 in Jena bei *Ernst Haeckel*, wo er eine Zeitlang arbeitete. Ein inniges Freundschaftsverhältnis war die Folge. *Haeckel* sagte zum Schreiber dieser Zeilen 1913: „*Yung* ist einer meiner liebsten und besten Schüler; er lehrt ganz in meinem Sinne.“ — Außer in Jena arbeitete *Yung* viel und mit großem Erfolg an den zoologischen Stationen von Neapel, Roskoff, Banyuls sur Mer, Ville franche, Bergen, Concarneau, und einmal war er bei einem zoologischen Kongreß in Amerika.

Ebenso bedeutend wie als Forscher war er als Lehrer. Seine fesselnden Vorlesungen waren überfüllt. Ganz besonders aber lernte man sein pädagogisches Talent im Laboratorium schätzen und bewundern. Er ließ seine Studenten selbständig arbeiten, und alle Kleinlichkeit und Pedanterie lag ihm fern. Immer heiter und liebenswürdig, war er mit Rat und Tat stets bereit und machte seinen Schülern und Mitarbeitern die Arbeit zur Freude durch seine Toleranz, Geduld und fast allzu große Bescheidenheit.

Viele Ehrungen wurden *Emile Yung* im Laufe seines Lebens zuteil. Er war Mitglied des „Institut de France“ und Präsident, Ehrenmitglied und Mitglied vieler gelehrter Gesellschaften.

Bis zuletzt war er tätig. Im Begriffe, nach Lutry zu reisen, wo der „Edouard Claparède“ seinen Standort hat, brach er auf dem Bahnhof in Genf, vom Herzschlag getroffen, tot zusammen und starb, ohne sich seines Endes bewußt zu sein.

Alle werden den großen Gelehrten betrauern, aber die ihn persönlich gekannt, werden den treuen Freund und liebevollen Lehrer nie vergessen.

Besprechungen.

Willstätter, R., und A. Stoll, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin, Julius Springer, 1918. VIII, 448 S., 16 Figuren und 1 Tafel. Preis geh. M. 28,—, geb. M. 36,—.

Unsere Arbeit war der Frage gewidmet, mit welchen chemischen Mitteln die Zerlegung der Kohlensäure durch das Sonnenlicht in den Chloroplasten geschieht. Es wurde untersucht, ob und in welcher Weise das Chlorophyll im Assimilationsvorgang chemisch reagiert, ob eine Rolle der Carotinoide in den Lebensvorgängen der Pflanze nachgewiesen werden kann, und in welcher Art Bestandteile des farblosen Stromas, die näher zu bestimmen sind, mit dem Chlorophyll zusammenwirken.

Eine Funktion der gelben Pigmente konnte weder bei der Assimilation noch in der Atmung nachgewiesen werden. Das Chlorophyll hingegen vereinigt mit der Bedeutung, die augenfällig durch seine Farbstoffnatur

bedingt ist, eine schwerer erkennbare Funktion, die auf seinem chemischen Reaktionsvermögen beruht. Das Pigment wird durch Kohlensäure unter Abspaltung des Magnesiums zersetzt; Zwischenprodukt der Reaktion ist eine dissoziierbare Kohlensäureverbindung. Das Verhalten gegen Kohlensäure wurde mit dem Pigmente in dem Zustand geprüft, der seiner Dispersität in den Chloroplasten am ähnlichsten ist, nämlich an seinem Hydrosol.

Auf die Beobachtung, daß das Chlorophyll, und zwar seine beiden Komponenten *a* und *b*, mit der Kohlensäure dissoziierbare Additionsprodukte bilden, gründet sich eine Theorie der Assimilation. Das absorbierte Licht leistet im Chlorophyllmolekül selbst, dessen Bestandteil die Kohlensäure durch ihre Anlagerung an den Magnesiumkomplex wird, seine chemische Arbeit, indem es durch eine Umgruppierung der Valenzen das Kohlensäuremolekül in eine für den freiwilligen Zerfall geeignete Form isomerisiert (vierte Abhandlung). Durch die Addition der Kohlensäure an das Lichtabsorbens unterscheidet sich die Reaktion von der Wirkung anderer Sensibilisatoren. Diese Betrachtung soll unentschieden lassen, ob die Kohlensäure als solche, wozu sie befähigt ist, an Chlorophyll addiert oder ob ein Kohlensäurederivat angelagert wird. Nicht das Chlorophyll allein, sondern das unbelichtete Blatt, also Bestandteile der Blattsubstanz, die nicht im einzelnen bestimmt sind, verbinden sich mit der Kohlensäure zu lockeren dissoziierenden Additionsprodukten. Es ist wahrscheinlich, daß dadurch die Zuleitung der Kohlensäure von der Luft zu den Chlorophyllkörnern vermittelt, die Geschwindigkeit der Kohlensäureaufnahme erhöht und die Form der Kohlensäure verändert wird (dritte Abhandlung).

Diese Erklärung der Wirkung des Chlorophylls durch Addition und Umlagerung der Kohlensäure hat nichts mit der Vorstellung gemein, daß im Assimilationsvorgang das Chlorophyll zerstört und wieder aufgebaut werde. Solche Annahmen werden durch den Nachweis widerlegt (erste Abhandlung), daß das Chlorophyll in seiner Menge und auch im Verhältnis seiner Komponenten während der Assimilation unverändert bleibt, auch bei beliebig gesteigerter und langdauernder Leistung. Die Beziehung zwischen assimilatorischer Leistung und der Menge des Chlorophylls konnte, da diese konstant bleibt, unter der Bedingung verfolgt werden, daß die äußeren Faktoren: Kohlensäuredruck, Belichtung und Temperatur, auf die Leistung ohne Einfluß waren. Der Quotient aus der assimilierten Kohlensäure und der Chlorophyllmenge, die „Assimilationszahl“, unterliegt großen Schwankungen, je nach der Chlorophyllkonzentration in den Blättern, ferner mit dem Wachstum und in den Jahreszeiten. Aus der genaueren Untersuchung der Fälle, in denen die Assimilationszahl von der Norm am weitesten abweicht, war zu schließen (zweite Abhandlung), daß außer dem Pigment ein zweiter innerer Faktor von enzymatischer Natur für den Assimilationsvorgang bestimmend ist, und zwar wahrscheinlich ein bei der Zerlegung des von Chlorophyll und Kohlensäure gebildeten Zwischenproduktes wirksames Enzym. Mit diesem Ergebnis steht die Beobachtung in Einklang, daß ein sehr geringer Sauerstoffgehalt des Blattes für den Assimilationsprozeß unentbehrlich ist. Ein mit dem Chlorophyll bei der Assimilation zusammenwirkendes Agens scheint als eine dissoziierende Sauerstoffverbindung zu reagieren (sechste Abhandlung).

Mit der Betrachtung des Vorganges, in welchem aus der Kohlensäure Sauerstoff abgespalten wird, ist

die Frage nach dem Reduktionsprodukt eng verknüpft, das zu den Kohlenhydraten kondensiert wird. Von *Baeyers* Erklärung, daß Formaldehyd das Zwischenglied der Zuckerbildung sei, ist viel umstritten, und es wird oft auf nicht zulässige Art versucht, die bisher hypothetische Annahme zu beweisen, zum Beispiel durch den Nachweis des Formaldehyds in den Blättern.

Eindeutig, ohne Hypothese, ist es bewiesen, daß die Kohlensäure desoxydiert wird zur Reduktionsstufe des Kohlenstoffs selber oder, was ganz das nämliche ist, zur Formaldehydstufe, wenn gezeigt wird, daß in der Assimilation genau und unverrückbar der gesamte Sauerstoff aus der Kohlensäure entbunden wird. Man hat sich viel mit dem Gesamtgaswechsel der Pflanze befaßt, aber nur vereinzelte und unvollkommene Bestimmungen gibt es für den rein assimilatorischen Gasaustausch.

Unsere Untersuchung (fünfte Abhandlung) behandelte den assimilatorischen Gaswechsel bei hochgesteigerter Assimilationsleistung. So wird der Einfluß der Atmung ausgeschaltet und eine scharfe Bestimmung des assimilatorischen Koeffizienten ermöglicht. Zugleich verfolgte diese Anordnung das Ziel, bei der gesteigerten Leistung unter verschiedenen Bedingungen Abweichungen des Koeffizienten, sei es zu Beginn oder bei langer Dauer, zu erzwingen, wenn sie überhaupt möglich sind. Das Ergebnis war: der Koeffizient beträgt 1 und ist konstant. Ein Zwischenglied der Reduktion wie Oxalsäure, Ameisensäure und dergl. wird daher nicht frei. Wenn die Reduktion am Chlorophyll schrittweise erfolgt, so wird keine Kohlenstoffverbindung vor der vollständigen Desoxydation vom Chlorophyll losgelöst.

Da es die Formaldehydstufe ist, zu der die Kohlensäurezerlegung führt, so ist es eine Annahme von großer Wahrscheinlichkeit, daß nicht allein die Stufe erreicht, sondern daß Formaldehyd selbst gebildet wird. Denn er ist die einzige Kohlenstoffverbindung dieses Substitutionsgrades mit nur einem Kohlenstoffatom im Molekül. Alle organischen Verbindungen von derselben Zusammensetzung sind Derivate des Formaldehyds, nämlich seine weiteren Kondensationsprodukte.

Da man den Formaldehyd in größter Verdünnung nachweisen kann, so haben schon viele Forscher Versuche unternommen, seine Bildung aus Kohlensäure

außerhalb der lebenden Zelle durch die Wirkung des Chlorophylls zu erzielen. Allein die Aldehydspuren, die bei solchen Versuchen öfters beobachtet wurden, sind durch Photooxydation entstanden, und zwar im allgemeinen aus Begleitstoffen des Chlorophylls. Nun hat die Möglichkeit, mit dem reinen Pigmente zu arbeiten und die Versuchsbedingungen den Verhältnissen in den Chloroplasten besser anzupassen, als es früher geschah, uns dazu geführt, ebenfalls im Experimente unter der Wirkung von Chlorophyll im Licht die Kohlensäurezerlegung zu probieren oder auch nur die Bildung von peroxydischer Verbindung aufzusuchen (siebente Abhandlung). Alle diese Versuche waren unzweideutig und vollständig negativ. Sie sind darum nicht ohne Wert, da sie auf einem Felde, das eine Scheinernte trug, reinen Tisch schaffen. Ein Fortschritt wird nur nach der Erkenntnis möglich sein, daß die Belichtung von Chlorophyll in Kohlensäureatmosphäre nicht genügt und daß in dieser Versuchsanordnung noch wesentliche Umstände fehlen, um den Assimilationsprozeß nachzuahmen.

Die Untersuchung der Pigmente in den grünen Gewächsen hat einen Vorsprung gegenüber den für die Assimilation auch unentbehrlichen Bestandteilen des farblosen Protoplasmas. Hier findet die chemische Analyse Aufgaben zur vollständigeren Beschreibung der assimilatorischen Einrichtungen. Im Blatte ist das Chlorophyll in vollkommener Weise gegen Photooxydation geschützt, der es als reines Hydrosol anheimfällt. Im Blatte ist das Chlorophyll vor der am reinen Kolloide beobachteten Zersetzung durch die Kohlensäure bewahrt, ohne daß deren Aufnahme gehemmt wird. Im Gegenteil wird im Blatte die Kohlensäure mit weitaus größerer Geschwindigkeit absorbiert als bei der Wirkung sogar von unverdünnter Kohlensäure auf das Hydrosol.

So sind über den Zustand des Chlorophylls in den Chloroplasten, in bezug auf die Form, in welche die Kohlensäure übergeht und hinsichtlich der im Assimilationsvorgang wirksamen Enzyme neue Fragen dadurch aufgetaucht, daß die Arbeit einen tieferen Einblick gewährte in die Unterschiede zwischen den Bedingungen des Assimilationsexperimentes und den Verhältnissen in der lebenden Zelle.

Selbstanzeige.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Gießen-Marburger Physikalisches Colloquium.

Sitzung vom 3. November 1917.

In einem von Demonstrationen begleiteten Vortrag über *Explosivstoffe* machte Herr W. Strecker folgende Ausführungen:

Bei den Explosivstoffen unterscheidet man Gemische und einheitliche Stoffe. In ersteren ist ein brennbarer Stoff mit einem, der leicht Sauerstoff abgibt, lediglich mechanisch zusammengemengt, bei den letzteren ist der Sauerstoff mit dem brennbaren Stoff zu einer Verbindung vereinigt. Bei der Explosion verbrennt der brennbare Stoff auf Kosten des sauerstoffhaltigen und liefert als Verbrennungsprodukt Gase, die sich bei der Explosionstemperatur noch stark ausdehnen. Auf dem plötzlichen Entstehen des großen Gasvolumens an Stelle der kleinen Menge Explosivstoff beruht die Triebkraft. Ferner kennt man noch einige sauerstofffreie Explosivstoffe, wie die Diazokörper und die Azide oder die Halogenide des Stickstoffs, die unter Wärmeabsorp-

tion aus den Elementen gebildet werden und daher Energie aufgespeichert enthalten.

Der Energieinhalt der Explosivstoffe ist übrigens weit geringer als der der Brennstoffe und ihre Leistung beruht auf der momentanen Abgabe der aufgespeicherten Energie durch den plötzlichen Zerfall. Dieser ist wieder stark abhängig von der Form des Explosivstoffs und der Art der Zündung, die durch Erhitzung, Schlag oder Initialimpuls erfolgen kann. Letzterer wird dadurch erzeugt, daß man eine kleine Menge eines brisanten Sprengstoffs, wie z. B. Knallquecksilber, auf dem zu detonierenden Sprengstoff zur Explosion bringt. Vielleicht durch Wellensynchronismus wird dadurch auch der Zerfall der Hauptmenge der Sprengladung eingeleitet, so daß die Initialzündung wahrscheinlich als eine Art Resonanzerscheinung aufzufassen wäre. Von den einfachen explosiven Gemischen ist das Schwarzpulver das älteste und das bekannteste. Zu den explosiven Verbindungen gehört das Nitroglyzerin, die Schießbaumwolle und die aus ihnen gewonnenen Produkte, wie Dynamit, Sprenggelatine und die rauch-

losen Pulver. Ferner gehören hierhin Nitroderivate, wie Pikrinsäure, Trinitrotoluol und andere. Seitdem die Chlorate durch elektrolytische Darstellung bequem zugänglich geworden sind, werden auch wieder Chloratsprengstoffe hergestellt, denen man durch Zumischung von Ölen und anderen zähflüssigen Substanzen eine für den Transport ausreichende Schlagsicherheit verleiht. Auch die lebhafteste Reaktion zwischen metallischem Aluminium und Stoffen, die leicht Sauerstoff abgeben, ist zur Herstellung von Sprengstoffen benutzt worden. So bestehen beispielsweise die Ammonale aus Kaliumchlorat oder Ammonnitrat und Aluminiumpulver. Die Oxyliquit-Sprengstoffe werden am Verbrauchsort mit flüssiger Luft bereitet. Patronen, die Aufsaugstoffe wie Holzkohle, Korkmehl u. ä. gemischt mit Petroleum, Paraffin oder Naphthalin enthalten, werden mit flüssiger Luft getränkt. Durch Zündung mit kleinen Pulverladungen kommen diese Gemische zur Explosion und geben beträchtliche Sprengwirkungen. Allerdings sind sie nur kurze Zeit wirksam und ihre Leistung ist abhängig vom Alter der verwendeten flüssigen Luft.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 12. Dezember 1917.

Herr E. Jaensch hielt den Vortrag: *Die experimentelle Analyse der Anschauungsbilder als Hilfsmittel zur Untersuchung der Wahrnehmungs- und Denkvorgänge*. Die von Urbantschitsch beschriebenen subjektiven Anschauungsbilder, bestehend in der Fähigkeit, eine Vorlage nachträglich mit sinnlicher Deutlichkeit wieder vor sich zu sehen, sind keine Anomalie, sondern bilden auf jugendlicher Altersstufe das Kennzeichen eines weit verbreiteten Typus, wie eine Massenuntersuchung ergab. Die Anschauungsbilder halten objektiven Kontrollen stand und sind auch sonst den Methoden der experimentellen Psychologie zugänglich. Ihre systematische experimentelle Analyse lieferte für Empfindungs- und Wahrnehmungs-, besonders Raumpsychologie, sowie für Denkpsychologie Ergebnisse von Tragweite. Aus der weiten Verbreitung der Anschauungsbilder im Jugendalter erhellt ihre pädagogische Wichtigkeit, aus dem vereinzelt nachweisbaren Zusammenhang mit Krankheitsanlagen ihre Bedeutung für psychische Hygiene und Prophylaxe.

Sodann sprach Herr Georg Magnus: *Über Verbrennungen durch das Geschöß*. Die Granatsplitterverletzung zeichnet sich dadurch aus, daß um die eigentliche Wunde eine Zone des Gewebsverfalls, der Nekrose, besteht. Diese muß als *Verbrennung dritten Grades* aufgefaßt werden. Beweis dafür ist einmal der Charakter der Verwundung selbst: man kann alle drei Grade der Verbrennung beobachten, häufig nebeneinander. — Zweitens bedingt der Vorgang des Feuereins eine ganz gewaltige Erhitzung des Projektils: das Abbrennen der Kartuscheladung, die Reibung im Rohr, die Reibung an der Luft, die Kompression der Luft vor der Geschößspitze, der Umsatz von Energie in Wärme beim Aufschlag, das Abbrennen der Sprengladung, und schließlich wiederum Umsatz lebendiger Kraft in Wärme beim Einschlag des Splitters in den Körper. — Drittens läßt die Betrachtung von Geschößfragmenten auf große Erhitzung schließen: nicht selten kann man an Messing- und Kupferteilen des Zünders oder Führungsringes Schmelzspuren entdecken, und dazu muß der Splitter auf 850 bzw. 1084° erwärmt gewesen sein. — Die praktische Bedeutung dieser Feststellung ist sehr erheblich. Im nekrotischen Gewebe finden Entzündungserreger einen denkbar guten Nährboden; die Verbrennung bedingt also die schwere Wundinfektion, durch die fast jede Granatsplitterverletzung kompliziert ist. Ferner ist eine Nekrose innerhalb des Körpers insofern eine Gefahr, als Abbau und Resorption dieser zerfallenden Massen zu Vergiftungen führen können. Und schließlich vergrößert die Verbrennung den Radius des Zerstörungsbezirks: es kann noch sekundär zu Ernährungstörungen und Lähmungen kommen.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau.

14. Februar. Sitzung der zoologisch-botanischen Sektion.

F. Paz: *Über die Blütenstände der Euphorbieae*. Der Vortragende gab eine vergleichend-morphologische Darstellung des Baues der Blüten und der Cyathien von *Dichostema* und *Anthostema*, die dem Typus der Euphorbieae am besten entsprechen. Von ihnen leiten sich die Gattungen *Euphorbia*, *Calycocephalus*, *Elaeophorbia* ohne weiteres ab; schon entfernter stehen *Synadenium*, *Monadenium* und *Stenadenium*, und dem vorgeschrittensten Typus begegnen wir in den unregelmäßig gebauten Partialblütenständen von *Pedilanthus*. Die neuerdings aufgestellte Gattung *Diptocycathium*, begründet auf *Euphorbia capitulata*, bewertete der Vortragende nicht als selbständiges Genus. Hier liegt ein teratologischer Fall vor (Durchwachsung der Blütenstände), wie er auch bei mehreren Euphorbien schon bekannt ist. Das wird um so wahrscheinlicher, als in der Tat bei *Diptocycathium* auch normale Cyathien gefunden wurden. Die Euphorbieae stellen eine phylogenetisch alte Gruppe in der Familie der *Euphorbiaceae* dar, ohne engeren Anschluß an lebende Formen. Das beweist auch ihre geographische Verbreitung, die in den Grundzügen näher erörtert wurde.

28. Februar. Sitzung der zoologisch-botanischen Sektion.

Herr Oberstabsarzt Dr. Grüning sprach über: *Unser Schnittblumenhandel vor dem Kriege*. Er erörterte im wesentlichen die früher in Breslau aus der Riviera eingeführten Schnittblumen unter Vorlegung von getrockneten Exemplaren und zeigte, daß hauptsächlich 22 Pflanzenfamilien in Betracht kamen, die er in einer nach der Menge des Importes geordneten Reihe auführte.

Sodann berichtete er über *teratologische Funde*, und zwar: 1. über exzessive Vergrünung und Durchwachsung bei der zur Gruppe *Anisophyllum* gehörenden *Euphorbia hypericifolia* L. aus Bolivia, wobei zu bemerken ist, daß bisher bei *Anisophyllum*-arten Monstrositäten überhaupt noch nicht beschrieben wurden; 2. über Vergrünung und abnorme Vergrößerung der Fruchtknoten bei einem Stock von *Armeria maritima* W., hervorgerufen durch eine im Wickelköpfchen sitzende weiße Made (höchstwahrscheinlich handelt es sich um ein Hymenoptero cecidium); 3. über Verdickung, spiralige Verdrehung der Stengel und Durchwachsung der Köpfchen, wozu sich bisweilen Ecblastesis gesellte, bei *Armeria vulgaris* Wild. infolge einer *Tylenchus*-Art (vgl. Mattfeld, Verh. des bot. Ver. der Mark Brandenburg 1916, S. 106); 4. über massenhafte mannigfaltige Verbildung der Stengel und Ähren von *Lolium perenne* L., wahrscheinlich infolge von *Tylenchus devastatrix* Kühn; 5. über zahlreiche Verbildungen und Schlitzungen der Blätter von *Liquidambar styraciflua* L., hervorgerufen durch den Spätfrösts im Mai 1914.

14. März. Sitzung der Zoologisch-botanischen Sektion.

Fräulein Käthe Reiter: *Über die Pflanzenwelt der Seefelder*. Nach einem kurzen einleitenden Überblick über die geographischen Verhältnisse und die Hydrographie des südöstlich von Reinerz gelegenen Hochmoors „die Seefelder“ schilderte die Vortragende die Pflanzendecke des Moores in einer Reihe charakteristischer Vegetationsbilder. Darauf wurde eine eingehende formationsbiologische Darstellung des Hochmoors selbst und der begrenzenden Zwischen- und Flachmoore gegeben. Auf dem Hochmoor wurden als wichtige primäre Formationen unterschieden: die Schwingrasen am Ufer der Hochmoorseen, die Schlenken, das Eriophorosphagnetum und die Moorkiefernbestände. Die sekundären Formationen (Ruderalflora an den Torfhütten und eindringende Heide) spielen eine untergeordnete

Rolle. Besonderes Interesse verdienen unter den Grenzgebieten des Hochmoors ein Birkenzwischenmoor und ein Flachmoorfichtenwald. Die pflanzengeographische Einordnung der Phanerogamen der Seefelder ergab ein Vorherrschen borealer und arktisch-borealer Typen, von denen besonders *Betula nana* bemerkenswert ist. Es wurde eine Übersicht über das geschlossene Areal dieser nordischen Holzart und ihrer bisher bekannt gewordenen Reliktenstandorte, sowie eine ausführliche Schilderung der Standorte auf den Seefeldern und ihrer ökologischen Bedingungen gegeben. Ein Vergleich der Seefelder mit dem 2. schlesischen Höhenhochmoor, der Iserwiese, ergab eine große Übereinstimmung zwischen beiden. Ein eingehendes Studium der Algenflora des Hochmoors ermöglichte es, die Zahl der von den Seefeldern bekannten Algen von 15 auf 86 zu erhöhen. Unter den nachgewiesenen Formen sind eine Reihe für Schlesien und Deutschland neuer Algen und einige neu beschriebene Varietäten. Besonderes Interesse verdienen die montanen Formen und die Glacialrelikte (unter ihnen die seltenen Ödgonien: *Oedog. Itzigsohni*, *Oedog. mammiferum*, *Oedog. sphaerandrium*). Als Ergebnis mikroskopischer Untersuchungen von Torfproben aus verschiedenen Tiefen wurden einige jetzt auf dem Moor nicht mehr vorhandene Pflanzen fossil bekannt und ließen sich Schlüsse ziehen auf die Entstehung der Seefelder.

Darauf demonstrierte Herr Dr. Lingelsheim Sporangien von *Salvinia natans*, die in ungeheurer Zahl auf dem Teich des Botanischen Gartens zu Breslau eine Wasserblüte bilden und zeigte Roggen- und Wickengrünze aus Litauen, die mit Stücken des Fruchtkörpers von *Rhizopogon luterlin* versetzt war.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

7. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Prof. A. Szarvassi in Brünn übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: *Über die Grundlagen der statistischen Mechanik*. Es wird der Versuch gemacht, die statistische Mechanik neu aufzubauen nach einer Methode, bei welcher der bisherige Widerspruch zwischen Energieverteilungssatz und Erfahrung verschwindet. Zugleich wird das eigentliche Wesen der Quantentheorie aufgedeckt, welches *nicht* in der quantenhaften Emission von Energie besteht. Aus der Theorie folgt eine neue Formel für die Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme fester Körper.

Prof. F. Wenzel übersendet drei Arbeiten aus dem Laboratorium für organische Chemie an der k. k. Deutschen technischen Hochschule in Prag mit dem Titel: 1. *Die chemische Struktur der Atome. I. Die Elemente der kleinen Perioden*. In der Abhandlung „Die Valenzen des Stickstoffes“¹⁾ wurden für die Elemente Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff Strukturbilder aufgestellt. Es werden auch für die übrigen Elemente der kleinen Perioden entsprechende Strukturbilder entwickelt aus Valenzmassen 2 und 3. Die erhaltenen Strukturbilder vermögen den chemischen Charakter der Elemente auszudrücken und stehen mit den physikalischen Ergebnissen über den Atombau nicht in Widerspruch. — 2. *Die chemische Struktur der Atome. II. Die Valenzmassen und ihre Bindungsarten*. Es ergibt sich ein einfacher Zusammenhang zwischen den Maximalwertigkeiten der Valenzmassen. Durch Einführung derselben in die Strukturbilder gehen diese in Strukturformeln über, welche wertvolle Anwendungsmöglichkeiten zeigen. — 3. *Die chemische Struktur der Atome. III. Über das Atomgewicht*. Für die Elemente der beiden kleinen Perioden wird gezeigt, daß die Abweichung der Atomgewichte von ganzen Zahlen eine periodische Funktion der Atomnummern ist. Nicht nur die Übereinstimmung der beiden Linienzüge ihrer graphischen

Darstellung, sondern auch die Unregelmäßigkeiten derselben lassen eine Beziehung zur Struktur der Atome erkennen. Aus dieser Erscheinung wird der Schluß gezogen, daß die Gravitation der Materie abhängig ist von ihrer chemischen Struktur.

Dr. Reinhold Fürth übersendet eine im Physikalischen Institut der k. k. deutschen Universität in Prag ausgeführte Arbeit mit dem Titel: *Versuch einer Spektralphotometrie der Farben. ultramikroskopischer Einzelteilchen*. Es wird eine experimentelle Anordnung beschrieben, die es ermöglicht, die Farben ultramikroskopischer Einzelpartikel spektralphotometrisch zu untersuchen. Die Methode wird auf die Farben von im Gleichstromlichtbogen in Luft zerstäubten Au- und Ag-Partikeln angewendet.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht eine Abhandlung aus dem I. Chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien: *Über Amino-i-phthalsäure und Abkömmlinge derselben* von R. Wegscheider, Hans Mallef, Alfred Ehrlich und Robert Skutezky.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht ferner eine Arbeit aus der Chemischen und dem Medizinisch-chemischen Institut der Universität Graz, betitelt: *Zur Kenntnis von Harzbestandteilen. III. Mitteilung: Weitere Untersuchungen über das Siarésinol aus Siambenzoharz*, von Alois Zinke und Hans Lieb.

14. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Dr. Rudolf Wagner übersendet eine Arbeit mit dem Titel: *Über den Aufbau der Limnocharis Laforestii Duchass.* Der Göttinger Grisebach beschrieb 1858 eine *Butomacee* aus Panama, die der im tropischen Amerika weit verbreiteten *Limnocharis flava* (L.) Buch. nahesteht. Die Analyse ergibt sehr merkwürdige Resultate: Die Blütenstände sind terminal, einem jeden gehen zwei basale Laubblätter voraus, deren erstes kein Achselprodukt stützt und konstant orientiert ist. Daraus resultiert ein *Schraubelsympodium* aus β , der einzige dem Verfasser bisher bekannt gewordene Fall dieser Art im Gesamtbereich der Blütenpflanzen. Die angeblichen „Dolden“ stellen höchstens vierblütige gestauchte *Schraubelsympodien* mit zweiblättrigem (γ , δ) Involucrum, die Einzelschraube ist der Gesamtschraube *homodrom*. Einige Angaben analytischen und entwicklungsgeschichtlichen Charakters über *Limnocharis flava* (L.) Buch. beschließen die Arbeit.

21. März. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende beiden Arbeiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor: *Über den Einfluß von Substitution in den Komponenten binärer Lösungsgleichgewichte. XII. Mitteilung: Die Lösungsgleichgewichte zwischen Säureamiden und Phenolen, beziehungsweise ihren Derivaten*, von Robert Kremann und Alois Auer, sowie die XIII. Mitteilung: *Die Lösungsgleichgewichte der drei isomeren Phenylendiamine mit Phenolen, beziehungsweise Dinitroderivaten des Benzols*, von Robert Kremann und Wolfgang Strohschneider. (XII.)

Das w. M. Hofrat J. Exner legt vor: *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 105. Die Zahl der von Radium ausgesendeten α -Teilchen*, von Victor F. Hess und Robert W. Lawson. Theoretische Überlegungen deuten darauf hin, daß die bisher angenommene Zahl (Z) der α -Teilchen ($3,4 \cdot 10^{10}$, bzw. $3,57 \cdot 10^{10}$), die pro Sekunde von 1 g Radium ausgesendet wird, einer Neubestimmung bedarf. Die von den Verfassern für eine möglichst sorgfältige Neubestimmung von Z gewählte Methode ist prinzipiell mit der von Rutherford und Geiger eingeführten Methode der Stoßionisation identisch. Zu den endgültigen Versuchsreihen wurde ein Gemisch von 54%

¹⁾ Monatshefte für Chemie, 38, 267 (1917).

CO₂ und 46% Luft verwendet. Die Versuchsbedingungen sind nach jeder Richtung hin variiert worden und es wurden zur Kontrolle auch von beiden Beobachtern simultane Zählungen vorgenommen. 268 definitive Einzelbestimmungen von Z über je 10 Minuten Zählzeit, wobei insgesamt etwa 80 000 α -Teilchen gezählt wurden, liefern als endgültigen Absolutwert der sekundlich ausgesonderten α -Teilchen pro 1 g Radium $Z = (3,72 \pm 0,02) \cdot 10^{10}$.

Aus diesem Wert ist zu folgern, daß die Annahmen des Freiwerdens einer intraatomistischen Binnenenergie neben der kinetischen Energie der α -Teilchen und Rückstoßatome zur Erklärung der experimentell gefundenen Wärmeentwicklung nunmehr entbehrlich ist. Unter Zugrundelegung des Wertes $Z = 3,72 \cdot 10^{10}$ folgt die Zerfallskonstante λ des Radiums zu $\lambda = 1,39 \cdot 10^{-11} \text{ sec}^{-1} = 4,38 \cdot 10^{-4} \text{ Jahre}^{-1}$ und die Halbwertszeit $T = 1580 \text{ Jahre}$.

Das w. M. Hofrat V. v. Ebner überreicht eine Abhandlung, betitelt: *Über den feineren Bau der Flügelmuskelfasern der Insekten*. Die sehr mannigfaltigen Querstreifungen an den Fibrillen (Muskelsäulchen) der Flügelmuskelfasern der Insekten beruhen in der Hauptsache auf der Einwirkung des Sarkoplasmas auf die, an sich homogenen Muskelfibrillen, die von zarten, körnigen Scheiden umhüllt sind, deren Körnchen bei der Kontraktion der Fibrillen zu sehr wechselnd sich darstellenden Querlinien sich zusammenschieben können.

25. April. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Prof. Dr. F. Wenzel übersendet zwei Arbeiten, aus dem Laboratorium für organische Chemie an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Prag mit den Titeln:

1. „Die chemische Struktur der Atome. IV. Farbe und Metallvalenz.“ Da einerseits gezeigt werden konnte, daß die Atome metalloider Elemente eine metallische Form annehmen können, und andererseits die Metalle die Fähigkeit zu selektiver Lichtabsorption besitzen, wird der Versuch gemacht, die Farbe organischer und anorganischer Substanzen aus dem Vorhandensein metallischer Valenzen einheitlich zu erklären. Das Zustandekommen von Farbigkeit erscheint dadurch als ein Problem der Atomstruktur.

2. „Die Valenzen des Stickstoffes. II. Mitteilung.“ In der ersten Mitteilung wurde eine Hypothese über die chemische Struktur der Atome aufgestellt, deren weitere Ausarbeitung zu dem Schlusse führte, daß neben dem metalloiden, fünfwertigen Stickstoffatom auch ein metallisches existiert. Die Übereinstimmung der theoretisch erschlossenen Anordnung seiner Valenzen mit der Lage der Atome in dem von L. Vegard ermittelten Krystallgitter von Ammoniumjodid beweist die Richtigkeit der Annahme und berechtigt zur Aufstellung eines neuen Stickstoffmodells.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Abhandlung aus dem physikalisch-chemischen Institut der k. k. Deutschen Universität in Prag vor: „Über das Auftreten von Nebeln bei chemischen Reaktionen“ von Viktor Rothmund.

Das w. M. R. Wegscheider legt ferner eine Arbeit aus dem I. Chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien vor: „Über die Nitrierungsgeschwindigkeit von Phenolen in Äther. Messung von Substitutionsgeschwindigkeiten. II. Abhandlung“ von Alfons Klemmenc und Elisabeth Ekl.

„Mitteilung aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien (Pflanzenphysiologische Abteilung). Vorstand: W. Figdor. Nr. 25. Zur Kenntnis des Regenerationsvermö-

gens von *Crassula multica* Lem. von Wilhelm Figdor.“ Außer dem Hinweis auf das Vorkommen von vegetativen Knospen in den Achseln der Stockblätter des Blütenstandes von *Crassula multica* und *C. portulaca* wird gezeigt, daß man an den Blättern der erstgenannten Crassulacee, die sich im organischen Verband mit ganz gesunden Pflanzen befinden, Adventivbildungen (Wurzeln und Sprosse) in gesetzmäßiger Weise zur Entwicklung bringen kann. Zu diesem Zwecke braucht man nur die Hauptnerven der Assimilationsorgane mittels eines Einschnittes gänzlich durchzutrennen.

Prof. Dr. A. Tauber legt folgende Abhandlung vor: „Die Entwicklung von Integralen linearer Differentialgleichungen durch kettenbruchähnliche Algorithmen.“ Die in mancher Beziehung erweiterungsfähige und für homogene Differentialgleichungen auch ergänzungsbedürftige „Differentiationsmethode“ gewinnt wesentlich an Fruchtbarkeit als Mittel analytischer Darstellung, wenn zur Bestimmung der sukzessiven Näherungswerte generierende Funktionen eingeführt werden, denn diese besitzen gewisse charakteristische Eigenschaften, die eine Analyse des Algorithmus gestatten.

Dr. Albert Defant legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: „Untersuchungen über die Gezeitenerscheinungen in Mittel- und Randmeeren, in Buchten und Kanälen. I. Teil: Die Methoden der Untersuchung; II. Teil: Die Gezeiten des Roten Meeres; III. Teil: Die Gezeiten des Persischen Golfes und der Meerenge von Hormus.“ Eine nähere Erklärung der Gezeitenerscheinungen der sekundären Ozeanbildungen vom hydrodynamischen Standpunkte aus ist in den wenigsten Fällen bisher versucht worden, trotzdem durch die Kenntnis der Hafenzeiten und Hubhöhen zur Zeit der Syzygien für zahlreiche Küstenorte die Schwingungsform der teilweise abgeschlossenen Wassermasse sich in den Hauptzügen festlegen läßt. Nachdem in letzterer Zeit durch mannigfache Untersuchungen die Untersuchungsmethoden eine weitere Ausgestaltung erfahren haben, schien ein solcher Versuch einer hydrodynamischen Theorie der Gezeitenerscheinungen der Randmeere, gestützt auf die Beobachtungstatsachen, wesentlich aussichtsreicher als früher. Vorliegende Abhandlungen enthalten den Anfang eines solchen Versuches. Der erste Teil enthält die Untersuchungsmethoden, auf die sich die folgenden Untersuchungen der Gezeiten bestimmter Randmeere stützen, der zweite Teil die hydrodynamische Theorie der Gezeiten des Roten Meeres, der dritte Teil jene der Gezeiten des Persischen Golfes und der Meerenge von Hormus.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

25. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

1. Hr. Struve las über „die Uhrwerke an den Äquatorealen der Babelsberger Sternwarte“. (Ersch. später.) Wegen der Bedeutung, welche eine gute Nachführung des Fernrohrs für photographische Aufnahmen und Mikrometermessungen besitzt, wurden die Gänge verschiedener treibender Uhrwerke, die an den neuen Äquatorealen der Babelsberger Sternwarte Verwendung finden, einer eingehenden Prüfung unterzogen.

2. Hr. Planck überreichte eine Abhandlung von Dr. P. Epstein (München): „Über die Struktur des Phasenraumes bedingt periodischer Systeme.“ (Ersch. später.) Die von Sommerfeld, Schwarzschild und Epstein entwickelte Formulierung der Quantenbedingungen für bedingt periodische Systeme wird mit der von Planck gegebenen verglichen und in voller Übereinstimmung mit ihr befunden.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 24.

14. Juni 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der Protistenforschung. Von *Prof. Dr. Max Hartmann, Berlin-Dahlem.* S. 349.

Der Einfluß des dynamischen Gleichgewichtes auf die Formen der festen Erdoberfläche. Von *Prof. Otto Baschin, Berlin.* S. 355.

Besprechungen:

Schweinfurth, Georg, *Im Herzen von Afrika.* Von *A. Engler, Berlin-Dahlem.* S. 358.

Lange, F., *Landwirtschaftlich-statistischer Atlas.* Von *Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.* S. 360.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):
Annalen der Physik, 1917, Nr. 4—13. S. 361.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Ärztliche Behelfstechnik

Bearbeitet von

Th. Fürst-München, R. Hesse-Graz, H. Hübner-Elberfeld, O. Mayer-Wien,
B. Mayrhofer-Innsbruck, K. Potpeschnigg-Graz, G. von Saar-Innsbruck,
H. Spitzzy-Wien, M. Stolz-Graz, R. von den Velden-Düsseldorf

Herausgegeben von

Dr. Günther Freiherr von Saar

Privatdozent für Chirurgie in Innsbruck

Mit 402 Textabbildungen — Preis M. 24.—; gebunden M. 26.80

Außerdem wurde eine Feldpost-Ausgabe in 3 Teilen hergestellt. Preis M. 26.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 8050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse O.

Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

14. Juni 1918.

Heft 24.

Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der Protistenforschung¹⁾.

Von Prof. Dr. Max Hartmann, Berlin-Dahlem,
Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie.

Seit Menschen durch Denken und Beobachtung über die Erscheinungen der Umwelt und Innenwelt zur Klarheit zu kommen suchten, hat das Befruchtungsproblem immer eine große Rolle in ihrem Denken und Sinnen gespielt. Das geht schon daraus hervor, daß von der, gewissermaßen noch naiven, ersten wissenschaftlichen Leistung, als welche uns die Prägung des Wortes und Begriffes „Befruchtung“ sich darstellt, bis zu den Entdeckungen der zellulären Vorgänge, die diesem rätselhaften Lebensprozeß zugrunde liegen (in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts), bereits gegen vierhundert verschiedene Befruchtungshypothesen aufgestellt worden waren, die meisten von recht phantastischer Art. So hatte selbst noch ein so hervorragender Biologe wie K. E. von Baer 1835 die Samentierchen für Zerkarien, für zufällige Entozoen erklärt. „Es sind Schmarotzer des Samens, wie die Distomeen, die Zerkarien, welche überall auftreten, wo sich Schleim- oder Eiweißstoff anhäuft.“

Eine wirkliche Anbahnung der Lösung dieser Probleme wurde erst möglich durch die Einführung und den Ausbau der Zellenlehre; denn es handelt sich dabei eben vorwiegend um zelluläre Probleme. Demgemäß hat auch das Studium der einzelligen tierischen und pflanzlichen Lebewesen, bei denen Individuum und Zelle zusammenfallen, einen hervorragenden Anteil an den Entdeckungen und Klarstellungen auf diesem Gebiete. Das war schon bei der Feststellung des eigentlichen Befruchtungsvorganges der Fall. Haben doch bei einzelligen pflanzlichen Organismen, einzelligen bzw. zu Kolonien verbundenen Algen, die Botaniker *Pringsheim* bei *Oedogonium* und *Pandorina* (1868), und vor allem *de Bary* bei konjugaten Algen (1858) im Prinzip das Wesen der Befruchtung als eine Verschmelzung zweier gleicher oder sexuell verschiedener Zellen zuerst beobachtet und erkannt²⁾. Die Bedeutung dieser Entdeckungen kam allerdings lange nicht zur vollen Wirkung, da zunächst der Befruchtungsvorgang der Tiere und höheren Pflanzen noch nicht klar verstanden, das bio-

logische Interesse aber vorwiegend hierauf gerichtet war. Das zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studium der Metazoenbefruchtung hat erst viel später durch die klassischen Arbeiten von *Bütschli* (1876) und *O. Hertwig* (1876) seine Klarstellung erlangt und mit der Arbeit *Boveris* (1887) einen gewissen Abschluß erreicht. Der durch diese Entdeckungen erkannte Typus der Befruchtung, der in geradezu schematischer Gleichheit für alle Metazoen, und in gewissem Sinne auch für die höheren Pflanzen gilt, liegt bis heutigen Tages noch fast allen theoretischen Auffassungen über Wesen und Bedeutung der Befruchtung zugrunde; er beherrscht das Denken fast aller Biologen, die sich mit diesen Fragen beschäftigen. Und doch haben schon seit 30 Jahren sowohl experimentell-physiologische, wie entwicklungsgeschichtlich-zytologische Studien über die Protozoenbefruchtung, hauptsächlich ausgehend von Problemstellungen und Untersuchungen von *Bütschli*, *Maupas*, *R. Hertwig* und *Schaudinn*, ganz andere Auffassungen vom Wesen und der Bedeutung der Befruchtung gezeitigt.

Die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Befruchtungserscheinungen bei den Protisten gestattet es einmal, die nebensächlichen, erst sekundär mit der Befruchtung verbundenen Entwicklungserscheinungen, die bei höheren Tieren meist im Vordergrund stehen und geradezu das Bild der Befruchtung beherrschen, als solche zu erkennen und somit die wesentlichen Züge klar herauszuschälen. Ferner bieten die einzelligen Organismen vor allem den großen Vorteil, experimentell das Problem anzugreifen, sowie die Möglichkeit, sowohl das Unterbleiben oder die Unterdrückung der Befruchtung, wie die Folgen einer normalen oder experimentell beeinflussten Befruchtung an den befruchteten oder unbefruchteten Zellen selbst, sowie deren Nachkommen direkt prüfen zu können.

Ehe wir die neueren, besonders auf Grund der Protistenuntersuchungen gewonnenen Auffassungen über das Wesen und die Bedeutung der Befruchtung erörtern, erscheint es aber zweckmäßig, die Teilung sowie den Befruchtungsvorgang bei den Metazoen, welcher letzterer heute vielfach als das herrschende Schema der Befruchtung überhaupt gilt, kurz zu schildern.

¹⁾ Nach einem auf der Generalversammlung der Kais.-Wilh.-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften im Nov. 1916 gehaltenen Vortrage.

²⁾ *Vaucher* hat sogar schon 1803 die sog. Konjugation von *Spirogyra* beobachtet und als Sexualakt angesprochen.

Befruchtung und Entwicklungserregung (Wesen der Befruchtung). Jede tierische Zelle und somit auch die Geschlechts- oder Keimzellen (allgemein *Gameten* genannt) besitzen einen Zellleib, einen Zellkern und ein besonderes

Teilungsorganell im Protoplasma, das *Centrosom*. Bei der Zellteilung teilt sich zuerst das Centrosom und bildet eine sogenannte Zentralspindel, während der Kern eine, für jede Tier- und Pflanzenart ganz bestimmte Anzahl meist fädiger oder stäbchenförmiger Elemente liefert, die sich im Äquator der Spindel anordnen, die *Chromosomen*. Letztere werden halbiert, und von den Tochterchromosomen rückt nun die eine Hälfte nach dem einen, die andere nach dem anderen Spindelpol unter gleichzeitiger Streckung der ganzen Spindel. Schließlich schnürt sich die letztere in der Mitte durch, löst sich auf, und die Tochterchromosomen liefern wieder je zwei Kerne. Hand in Hand mit diesen Vorgängen schnürt sich auch die ganze Zelle in zwei Tochterzellen durch. Unter Leitung der Zentren, die die Teilungskomponente der Zelle darstellen, werden somit die wichtigsten Elemente, die Chromosomen, halbiert und auf diese Weise gleichmäßig auf die Tochterzellen verteilt.

Das unbefruchtete, reife, tierische *Ei* (weiblicher Gamet) stellt sich nun als eine typische Zelle dar mit Kern und meist reich mit Reservestoffen ausgestattetem Protoplasma, dagegen in der Regel mit rückgebildetem Centrosom. Auch das reife *Samenkörperchen*, das *Spermium* (männlicher Gamet), ist eine vollständige Zelle, nur ist hier das Protoplasma bis auf einen kleinen Rest rückgebildet, und umgekehrt das Centrosom in der Regel in Verbindung mit einer langen Geißel oder Schwanzfaden gut entwickelt. Der Kern ist zwar ganz klein und kompakt, enthält aber die wesentlichen Elemente, die Chromosomen, in gleicher Weise wie der Eikern. Im Gegensatz zu den vegetativen Zellen eines Tieres besitzen die reifen Geschlechtszellen oder Gameten in ihren Kernen nur die halbe oder haploide Chromosomenzahl. Es kommt das daher, daß in den sog. Reife- oder Reduktionsteilungen anlässlich der Bildung bzw. Reifung der Gameten bei einer Kernteilung die Chromosomen nicht halbiert, sondern ganze Chromosomen verteilt werden, wodurch die *diploiden* (mit doppelter Chromosomenzahl ausgestatteten) Gametocyten zu *haploiden* Gameten werden. Diese bei den Tieren und höheren Pflanzen der eigentlichen Befruchtung vorausgehenden Reduktionsteilungen sind, wie wir noch sehen werden, eine Folge der Befruchtung und bilden einen wesentlichen Teil derselben. Bei der Befruchtung (Fig. 1) dringt nun ein Spermium, meist unter Verlust des Schwanzes, in das Protoplasma, der Spermakern quillt zu derselben Größe wie der Eikern auf und rückt mit seinem Centrosom, von dem eine Strahlung ausgeht, auf den Eikern zu. Das Sperma-Centrosom teilt sich nun, und es entsteht eine Teilungsspindel, in deren Äquator die beiden meist nun verschmelzenden Kerne rücken und eine gemeinsame Äquatorialplatte bilden, deren Chromosomen zur Hälfte vom Eikern, zur Hälfte vom Spermakern stammen. Bei

der Halbierung der Äquatorialplatte werden die väterlichen und mütterlichen Chromosomen genau auf die Tochterzellen verteilt. Diese erste Zellteilung leitet die Furchung und somit eine neue Entwicklung ein.

Der Vorgang der Metazoenbefruchtung besteht somit in der Verschmelzung zweier geschlechtlich differenzierter, reduzierter Zellen und vor allem deren Kerne. Die weibliche Zelle, das Ei, liefert

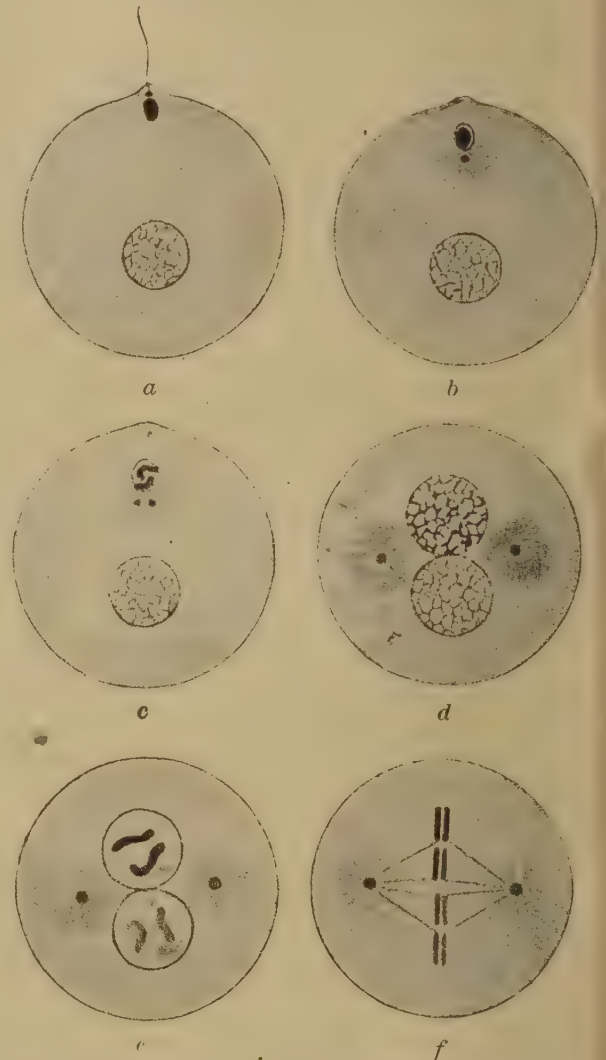


Fig. 1. Schema der Metazoenbefruchtung: a Eindringen des Spermiums, b—d Bildung des männlichen Vorkerns und Teilung des Spermacentrosoms, e Chromosomen im väterlichen und mütterlichen Vorkern, f erste Furchungsspindel. Nach Boveri.

gewissermaßen den Baustoff, das Protoplasma, die männliche dagegen das Teilungsorganell, das Centrosom, während am Aufbau des neuen Furchungskernes beide in gleicher Weise beteiligt sind, so daß der letztere, wie alle weiteren Zellkerne des Tieres, wieder die doppelte diploide Chromosomenzahl besitzt. In dem Vorgang spielen sich also mindestens zwei besondere Prozesse ab: einmal die Kernverschmelzung und dann die Erregung

des sonst teilungsunfähigen Eies durch Einführung eines neuen Teilungsorganelles durch das Sperma (Boveri 1887).

Dieser letzte Vorgang erklärt das, was man ursprünglich wohl allein unter dem Namen Befruchtung verstanden hat, jene rätselhafte Rolle, durch die der Samen die Entwicklung und Teilung des in der Regel sonst nicht entwicklungsfähigen Eies bewirkt. Das entwicklungsfähige, reife Ei, dessen Teilungsorganell rückgebildet und funktionsunfähig geworden ist, erlangt durch Einführung des Sperma-Centrosoms die Teilungsfähigkeit und entwickelt sich. Somit schien durch die Entdeckung Boveris das alte Rätsel der Befruchtung gelöst.

Inzwischen hatten jedoch die schon vorher gemachten Entdeckungen hauptsächlich über das Verhalten der beiden Kerne bei der Befruchtung (O. Hertwig 1876) die Auffassung vom Wesen dieses Vorganges beträchtlich geändert. Hierzu kamen noch frühere und spätere Entdeckungen über ganz andersartige Befruchtungsvorgänge bei Protozoen, sowie experimentelle Erfahrungen über die sogenannte künstliche Parthenogenese, d. i. die künstliche Entwicklungserregung tierischer Eier ohne Befruchtung.

Alle diese Erfahrungen zeigten übereinstimmend, daß das, was früher als das hervorstechendste, wesentlichste Moment bei der Befruchtung erschien, die *Bewirkung der Entwicklung*, also der Vorgang, der offenbar auch der Prägung des Begriffes Befruchtung zugrunde liegt, überhaupt nichts mit der Befruchtung zu tun hat, sondern erst sekundär bei höheren Tieren mit ihr verknüpft ist.

Das zeigen, abgesehen von der experimentellen Parthenogenese (J. Loeb), auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, mit am deutlichsten viele Befruchtungsvorgänge bei den Protisten, vor allem diejenigen, die man als *hologame Kopulation* bezeichnet, bei der einfach zwei gewöhnliche Zellindividuen miteinander verschmelzen.

Einige Beispiele werden das ohne weiteres klar machen und zugleich den Zusammenhang von Befruchtung und Reduktionsteilung ins rechte Licht rücken. Zunächst sei eine Hologamie, wie sie bei konjugaten Algen vorkommt, in ganz schematischer Weise geschildert (Fig. 2). Zwei gewöhnliche Zellen, die sich vorher niemals durch einfache Zweiteilung vermehrt haben (a—d), verschmelzen miteinander (Kopulation) unter gleichzeitiger oder nachträglicher Verschmelzung der mit haploider Chromosomenzahl ausgestatteten Kerne zu einem diploiden Befruchtungskern (e—g). Als Folge der Kernverschmelzung oder Karyogamie vollziehen sich nun innerhalb der Zygote, wie die aus der Verschmelzung der Gameten hervorgehende Zelle allgemein genannt wird, zwei rasch aufeinanderfolgende Kernteilungen (h—k), von denen eine insofern von allen sonstigen Mitosen abweicht, als nicht die Chro-

mosomen halbiert, sondern ganze ungeteilte Chromosomen auf die Tochterkerne verteilt werden (h, i). Das Ergebnis sind 4 Tochterkerne, deren jeder wieder die haploide, reduzierte Chromosomenzahl aufweist. Von den vier haploiden Kernen gehen nun in der Regel drei zugrunde, werden resorbiert (l), und das jetzt wieder mit

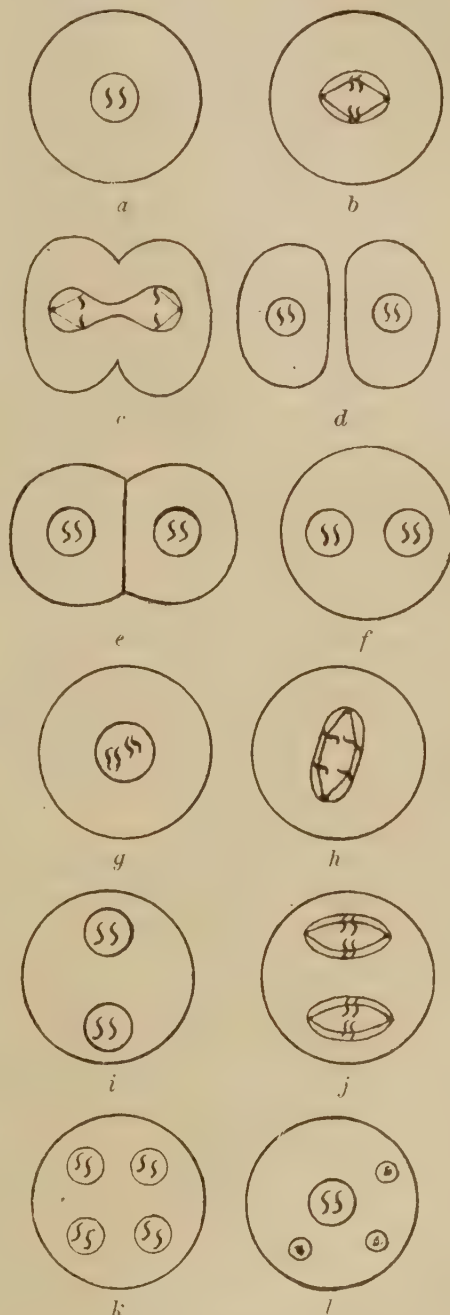


Fig. 2. Schema einer hologamen Befruchtung mit Reduktionsteilung in der Zygote (Conjugate Algen). Vegetative Zellen alle haploid. a—d Zellteilung der haploiden Zelle (2 Chromosomen), e—f Zellverschmelzung der Hologameten, g Karyogamie (diploider Kern, 4 Chromosomen), h, i, l Reduktionsteilung, Bildung von 2 haploiden Kernen (2 Chromosomen), j, k 2. Reifeteilung, l Zugrundegehen von 3 Reduktionskernen. Aus

Hartmann und Schilling, 1917.

einem haploiden Kern ausgestattete Individuum teilt sich genau in derselben Weise, wie vor der Befruchtung (a—d). Die Reduktions- oder Reifeteilungen sind hier also die unmittelbare Folge der Karyogamie bzw. des letzten Aktes derselben, der paarweisen Vereinigung der Chromosomen. Die Reduktion gehört demnach mit zum Wesen der Befruchtung, und dieses stellt sich uns dar als die Verschmelzung zweier Zellen bzw. ihrer Kerne mit darauffolgender Reduktion.

Bei allen Tieren, auch den einzelligen, geht nun die Reduktion scheinbar der Befruchtung voraus, wie schon oben angegeben. Sie besitzt, wie man sich ausgedrückt hat, einen „prophetischen“ Charakter und konnte früher nur teleologisch verstanden werden als Einrichtung, um die Summierung der Erbanlagen, der Chromosomen, zu verhüten.

Unser zweites Beispiel von Hologamie, die sich bei der auf Agarplatten leicht züchtbaren *Amoeba diploidea* findet, zeigt uns, wie die Reduktion auch hier als Folge der Befruchtung aufzufassen ist (Fig. 3). Hier findet bei der Gametenverschmelzung und der Entwicklung der Zygote noch keine Kernverschmelzung statt, sondern die Gametenkerne sowie ihre sämtlichen Abkömmlinge in den vegetativen Zellen teilen sich durch sog. konjugierte Kernteilungen (i, a—c). Alle vegetativen Individuen, die sich auch hier nur durch Zweiteilung vermehren, sind also im Gegensatz zum ersten Beispiel diploid, was durch die doppelten, gekuppelten Kerne auch morphologisch klar zutage tritt. Der letzte Akt der Befruchtung, die Karyogamie, und die darauffolgende Reduktion findet erst bei Eintritt einer neuen Befruchtung statt. Dieselbe vollzieht sich bei Kulturen auf Agarplatten nach etwa 14 Tagen in der Weise, daß innerhalb weniger Tage je zwei diploide Amöben sich paarweise aneinander legen und sich gemeinsam encystieren (Befruchtungsepidemie). Jetzt erst kopulieren die Abkömmlinge der Gametenkerne von der vorausgegangenen Befruchtung (d, e), und auf die Kernverschmelzung erfolgt in jedem Partner sofort, wie im ersten Beispiel, eine zweimalige Kernteilung, eben die Reduktionsteilung. Drei von den vier reduzierten Kernen gehen zugrunde, und die beiden haploiden Gametenkerne rücken im Plasma der inzwischen verschmolzenen Gameten aufeinander zu und legen sich aneinander, ohne jedoch zu verschmelzen (f—h). Die endgültige Karyogamie und Reduktion sind verschoben bis zu einer neuen Befruchtung. Im Prinzip gilt dies für alle Tiere, denn hier bleiben, wenn auch die Karyogamie scheinbar sofort in der Zygote (Ei) stattfindet, die generativen Teile der Gametenkerne, die Chromosomen, in Wirklichkeit auch innerhalb der gemeinsamen Kernhöhle gesondert, wie der doppelte (diploide) Chromosomenbestand lehrt.

Die eben geschilderten beiden Fälle von Hologamie machen aber nicht nur den ursächlichen Zusammenhang von Befruchtung und Reduktion

klar, sondern — und damit kommen wir auf unseren Ausgangspunkt zurück — sie zeigen zugleich in schärfster Weise die Unabhängigkeit von Befruchtung und Entwicklungserregung bzw. Fortpflanzung. Die Befruchtung schließt, wie wir gesehen haben, bei diesen Formen mit einer Encystierung, also mit einer Ruheperiode, dem Eintritt einer Teilungsunfähigkeit ab, also gerade das Gegenteil, wie bei der Metazoenbefruchtung.

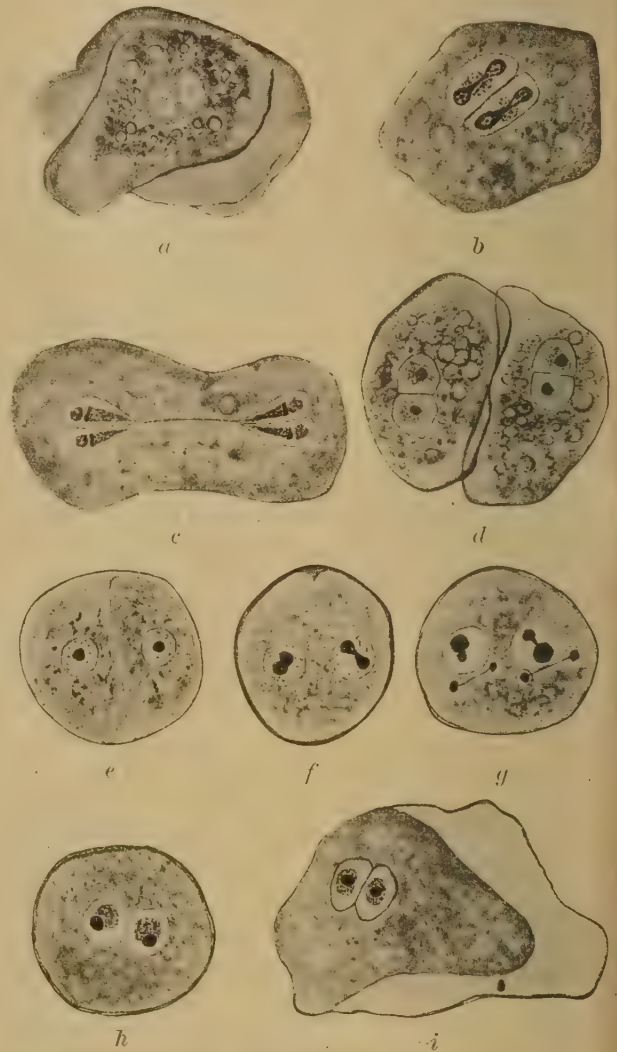


Fig. 3. Isogame Hologamie von *Amoeba diploidea* Hartmann und Naegler. a—c Zweiteilung, d, e Zellverschmelzung, Encystierung und Caryogamie, f, g, h Reduktionsteilung, i Aneinanderlegen der Gametenkerne, i Ausschlüpfen der jungen Amöbe aus der Kopulationseyste. Nach Hartmann und Nägler 1908.

Erst wenn man diese Cysten auf eine neue Agarplatte überimpft, setzt, ausgelöst durch die veränderten Außenbedingungen, die Entwicklung und Fortpflanzung wieder ein. Impft man dagegen vor Eintritt der Befruchtungsepidemie die Amöbe auf eine neue Platte, dann unterbleibt die Befruchtung und mit ihr die damit verbundene Entwicklungshemmung. Aber selbst wenn die

Encystierung; die Entwicklungshemmung, nicht mit der Befruchtung der *Amoeba diploidea* verbunden wäre, so lehrte dieses Beispiel doch die vollständige Unabhängigkeit von Befruchtung und Fortpflanzung oder Vermehrung. Die Zahl der Individuen auf der Platte wird nämlich durch die Befruchtung nicht nur nicht vermehrt, sondern vielmehr, da je zwei Tiere paarweise zu einem Individuum verschmelzen, vermindert, auf die Hälfte herabgesetzt. Dies gilt aber für alle Fälle von Hologamie.

Befruchtung und Fortpflanzung, Befruchtung und Entwicklungserregung sind demnach, wie diese bei Protisten weit verbreiteten Fälle von Hologamie unzweideutig lehren, vollkommen voneinander verschiedene Vorgänge, die nur bei den meisten Tieren und Pflanzen (allen höheren, aber auch bei vielen niederen) dauernd miteinander kombiniert sind, weil die Befruchtung ein zellulärer Vorgang ist und bei den Vielzelligen in der Regel nur bei der Fortpflanzung einzelne freie Zellen gebildet werden, die miteinander verschmelzen können.

Befruchtung und Amphimixis. Die Erkenntnis, daß die Entwicklungserregung nicht zum Wesen der Befruchtung gehöre, daß Fortpflanzung und Befruchtung verschiedene biologische Vorgänge sind, kam den Biologen nicht überraschend. War doch durch die älteren klassischen Entdeckungen schon lange gezeigt, daß die Befruchtung aller Organismen in der Verschmelzung zweier Zellen (*De Bary, Pringsheim*) und vor allem auch deren der Kerne (*O. Hertwig* 1876) bestehe. Seit dieser Entdeckung *O. Hertwigs* betrachtete man die durch die Befruchtung zustande kommende Vermischung zweier vorher getrennter Individuen zu einem neuen Individuum als den wesentlichsten Zug der Befruchtung. In dieser Vermischung, der *Amphimixis* oder *Keimplasmanischung*, wie sie *A. Weismann* genannt hat, liege ihr eigentliches Wesen und ihre Bedeutung. Die Befruchtung war hierdurch vor allem mit der Vererbung und der Artbildung in Zusammenhang gebracht worden, und diese Auffassung ist heute noch die unter den Biologen fast allgemein herrschende, so verschieden auch untereinander wieder die Bedeutung der Amphimixis für die Artbildung angenommen wird. Wir wollen hier auf die Amphimixistheorie und alles, was mit ihr in Zusammenhang steht, nicht näher eingehen. Denn trotz der außerordentlichen Bedeutung, die der Amphimixis für die Biologie zukommt, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Amphimixislehre nicht den geringsten Aufschluß über die Physiologie, also die Ursachen der Befruchtung, zu geben vermag. Die Amphimixis oder Keimplasmanischung ist nur die Folge der Befruchtung. Sie vermag somit kausal — und nur eine kausale Erklärung ist eine naturwissenschaftliche Erklärung — über

die Befruchtung überhaupt nichts auszusagen. Dadurch wird natürlich in keiner Weise die große Bedeutung der Amphimixis für die Biologie herabgesetzt. Man muß sich nur gewärtig halten, daß die Amphimixis keine Befruchtungs-, sondern eine Vererbungs- und Artbildungslehre ist, die eine Fremdbefruchtung zur Voraussetzung hat. Abgesehen von diesen logischen Überlegungen, ergeben aber auch zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Befunde über Befruchtungsvorgänge bei Protozoen, Algen und Pilzen, daß Amphimixis und Befruchtung ganz verschiedenartige Prozesse sind, denn es findet sich bei diesen Gruppen nicht nur amphimiktische, sondern auch *automiktische* oder *Selbstbefruchtung*, bei der überhaupt keine Keimplasmanischung statthat. Auch hier wird ein Beispiel das am besten klar machen.

Das parasitische Flagellat *Trichomastix lacertae*¹⁾, dessen Fortpflanzung durch einfache Längsteilung sich vollzieht, encystiert sich bei Beginn der Befruchtung unter Ausbildung eines großen Reservestoffkörpers (Fig. 4). Der Kern

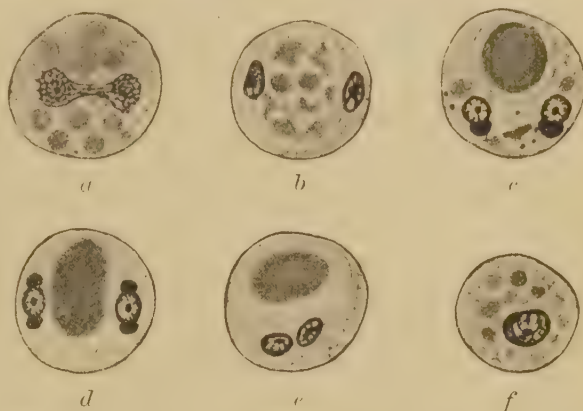


Fig. 4. Autogamie von *Trichomastix lacertae*. a Teilung der Gametocytenkerne, b—d Bildung von je 2 Reduktionskernen, e, f Caryogamie. Vergr. a und b ca. 1300, b—e ca. 2250. Nach *Prowazek* 1904.

teilt sich nun in zwei Kerne, die auf die entgegengesetzte Seite rücken, und nun folgt die Ausstoßung je zweier Reduktionskerne. Die jetzt reduzierten Gametenkerne rücken dann wieder aufeinander zu, verschmelzen zu einem Synkarion und nach Ausbildung der Geißel kann nun wieder ein einziges Individuum aus der Cyste ausschlüpfen. Die eben geschilderten Vorgänge, die wir nach all unserem bisherigen Wissen als die wesentlichen

¹⁾ *Doflein* schreibt in der Neuauflage seines Lehrbuches 1916, S. 226, daß „wohl die von *Prowazek* beschriebene Autogamie von *Trichomastix lacertae* definitiv aus der Reihe der Automixisfälle ausscheiden müsse“. Das trifft durchaus nicht zu. Das Einzige, worüber Zweifel bestehen kann, ist die Zugehörigkeit der Autogamiecyste zu dem Flagellat *Trichomastix*. Die zytologischen Vorgänge in der Cyste sind dagegen von *Prowazek* lückenlos im Leben verfolgt, ihre Deutung als Autogamie ist daher völlig sichergestellt. Ob diese Autogamie zu *Trichomastix* gehört oder zu einem anderen Protisten (Pilz?), ist theoretisch natürlich völlig gleichgültig.

bei einer Befruchtung (auch einer amphimiktischen) betrachten müssen, nämlich die Verschmelzung zweier Kerne mit vorausgegangener (resp. folgender) Reduktion, spielen sich hier also ohne Fortpflanzung in einer einzigen Zelle ab, oder aber bei andersartigen automiktischen Befruchtungsvorgängen an Zellen ein und desselben Individuums von der gleichen erblichen Konstitution. Eine Amphimixis, eine Keimplasmamischung, ist also ausgeschlossen. Trotzdem handelt es sich fraglos bei den weitverbreiteten automiktischen Vorgängen um echte Befruchtung. *Die Amphimixis ist eben nur die Folge eines Teiles der Befruchtungsvorgänge, und die teilweise Wirkung eines physiologischen Vorganges kann somit nicht als physiologische Erklärung dieses Vorganges angesprochen werden.*

Befruchtung und Verjüngung. Beim Suchen nach einem kausalen Verständnis der Befruchtungsvorgänge drängte sich vor allen Dingen die Frage auf, ob sie überhaupt eine *physiologische Notwendigkeit* darstellen. Bütschli (1876, 1882) hat diese Frage zuerst aufgeworfen und er sowie vor allem Maupas (1888) haben dieselbe durch experimentelle Untersuchungen bei Infusorien in der Weise zu lösen gesucht, daß sie prüften, ob nicht nach mehr oder minder lang durchgeführter rein ungeschlechtlicher Vermehrung (ohne Befruchtung) eine sogenannte *physiologische Degeneration* oder *Depression* eintrete. Die Versuche von Maupas, sowie spätere speziell von R. Hertwig und seinen Schülern sowie Calkins an Infusorien schienen in der Tat dafür zu sprechen, daß die Befruchtung eine physiologische Notwendigkeit ist, wenn auch nicht im Leben des Individuums, so doch in dem der Art. Es traten Degenerationserscheinungen auf (senile Degeneration), die, wenn keine Befruchtung stattfand, schließlich zum Aussterben der Kulturen führten. Wie das Individuum altere und sterbe, so solle auch die Art schließlich altern und die Befruchtung sei der Jungbrunnen, der sie wieder auffrische. Diese ältere Fassung der *Verjüngungshypothesen* kann jedoch nicht zutreffen, denn Richard Hertwig (1889) hatte schon früher gezeigt, daß Infusorien, die man bei Beginn einer Befruchtung künstlich trennte und weiter züchtete, gegen die Erwartung kräftiger wuchsen und sogar schneller sich vermehrten als die Individuen, welche die Konjugation normal durchgemacht hatten, und neuerdings hat Jennings nachgewiesen, daß Paramaecien derselben Rasse und Herkunft, die die Konjugation normal durchgeführt hatten, gegenüber solchen, die sofort bei ihrer Vereinigung getrennt wurden, sogar eine größere *Mortalität* und *geringere Teilfähigkeit* aufwiesen.

R. Hertwig (1903) hatte nun später an Stelle der Verjüngung eine *Regulationsbedürftigkeit* angenommen und durch Verbindung mit seiner Theorie der Kern-Plasma-

Relation die Befruchtungsbedürftigkeit zellphysiologisch zu begründen versucht. Er sah, daß bei fortgesetzter Kultur die Protozoen (Infusorien) in einen sogenannten *Depressionszustand* geraten, wobei der Kern enorm vergrößert ist auf Kosten des Protoplasmas. Gelingt es der Zelle, einen Teil des Kernmaterials abzustößen, die normale Kern-Plasma-Relation wieder herzustellen, so wird die Depression überwunden. Doch folgen bei fortgesetzter Kultur in immer kürzeren Intervallen die Depressionen und schließlich sterben die Kulturen aus, wenn nicht die Möglichkeit der Befruchtung gegeben wird. R. Hertwig sieht demnach in der Befruchtung eine „Reorganisation der lebenden Substanz, die wirksamste Einrichtung, um den physiologischen Tod zu verhüten“.

Aber auch gegenüber dieser geistreichen und vertieften Fassung der Verjüngungshypothese ließen sich schon ältere Untersuchungen an Algen und Pilzen anführen. So hat Klebs (1896, 1900) viele Jahre hindurch die Alge *Vaucheria* und den Pilz *Saprolegnia* bloß durch vegetative Vermehrung in ungestörtem Wachstum erhalten und gezüchtet unter Verhinderung von Befruchtungserscheinungen, ohne daß Degeneration oder Depression sich einstellte. Degeneration und Depression sind somit nach Klebs keine physiologischen, sondern pathologische Erscheinungen, bedingt durch ungünstige Kulturbedingungen. Und auch für das Hauptobjekt, an dem die Frage bisher zu lösen versucht war, das Infusor *Paramecium*, schien die ältere wie die neuere Hertwigsche Auffassung der Verjüngungshypothese neuerdings durch die genauen, mit sorgfältiger Technik in Zählkulturen durchgeführten Zuchten von Woodruff (1911) endgültig widerlegt, nachdem vorher schon Klebs (1900) und Enriques (1907) Infusorien lange Zeit und viele Generationen hindurch ohne Schädigungen gezüchtet und somit für die Degeneration und Depression nur schädigende Einflüsse des Kulturverfahrens verantwortlich gemacht hatten. Gelang es doch Woodruff später auf diese Weise, mehrere Jahre hindurch über 4000 Generationen von *Paramecium aurelia* unter voller Ausschaltung der Befruchtung ohne irgendwelche Schädigung zu züchten.

Aber gerade die Untersuchungen von Woodruff sowie weiterhin die von Woodruff und Erdmann (1914) brachten in den letzten Jahren nochmal eine Verschiebung der Entscheidung, wenigstens für die Infusorien. In den Zuchten von Woodruff ließen sich zwar die Depressionen völlig vermeiden, doch traten periodische Schwankungen der Teilungsfrequenz, sogenannte „*Rhythmen*“ auf, die, wie Woodruff und Erdmann gezeigt haben, mit einem Zugrundegehen des alten und Bildung eines neuen Macronucleus nach wiederholten Micronucleusteilungen verbunden sind. Derartige zytologische Vorgänge hatte schon früher R. Hertwig (1889 und 1914) beobachtet und mit Recht als *Parthenogenese* bezeichnet. Sind diese Vorgänge doch die gleichen, wie sie sich bei den In-

fusorien vor und nach der Befruchtung finden, nur mit dem Unterschied, daß die letzte dritte Micronucleusteilung, sowie der Kernaustausch und die Kernverschmelzung, also die eigentliche Befruchtung, unterbleiben. Die Entwicklung einer zur Befruchtung prädestinierten Keimzelle ohne Befruchtung nennt man aber Parthenogenese. Diese parthenogenetischen Prozesse und die durch sie bedingte Schwankung des Teilungsrhythmus treten, aber nicht nur periodisch auf und sind nicht aus inneren Bedingungen veranlaßt, wie Woodruff und Erdmann angenommen hatten. Denn nach den neuesten vielfach variierten Versuchen von Jollos (1916), die hier im Institut ausgeführt wurden, können dieselben jederzeit durch äußere Faktoren ausgelöst werden. Die Periode des Auftretens, die in den sehr gleichmäßig geführten Kulturen Woodruffs sehr gleichmäßig war, kann beliebig verkürzt, aber auch stark verlängert werden, doch vermochte auch Jollos sie nicht völlig auszuschalten. Bei den Infusorienkulturen ist es eben technisch überhaupt nicht möglich, in genau kontrollierbaren Zählkulturen alle schädigenden, ungünstigen Außenbedingungen zu verhindern, die sich, wie Jollos zeigte, auch bei den Zuchten von Woodruff allmählich summieren und dann innere Bedingungen vortäuschen, und die Parthenogenese auslösen. Aber selbst, wenn bei Infusorien die Parthenogenese nicht vermeidbar wäre, was aber durchaus nicht bewiesen ist, so würde dieses Resultat keine entscheidende Antwort in der hier vorliegenden Frage bedeuten; denn, wie schon Jollos auseinandergesetzt hat, würde dies nur beweisen, daß der Macronucleus, also somatische Zellteile im Sinne Weismanns absterben und erneuert werden. Bei der Infusorienzelle ist eben die Frage, ob eine Verjüngung irgend welcher Art mit der Befruchtung verbunden ist, oder ob dieselbe ausgeschaltet werden kann, überhaupt nicht lösbar wegen der Verquickung des Befruchtungsvorgangs mit der Neubildung des somatischen Kerns.

Auch gegen die oben angeführten Versuche von Klebs an Algen und Pilzen läßt sich nun aber der Einwand erheben, daß hier Teilungsrhythmen, wenn sie vorkommen, nicht kontrollierbar sind und somit wenigstens innere Zellregulationen als Ersatz der Befruchtung unbemerkt bleiben können. Denselben Einwänden sind auch von Fräulein Erdmann (1910) auf meine Veranlassung an der *Amoeba diploidea* ausgeführte Versuche ausgesetzt.

Unter diesen Verhältnissen war es mein Bestreben, diese Frage durch Kultur eines Protisten zur Entscheidung zu bringen, der einmal in kontrollierbaren Zählkulturen technisch leicht sich züchten läßt und dessen Befruchtung andererseits nicht mit andersartigen biologischen Vorgängen (somatische Neubildungen usw.) verbunden ist, sowie leicht experimentell verhindert werden kann. Nach langem Suchen fand ich im Frühjahr 1915 in der bekannten Volvocinee *Eudorina*

elegans eine Form, die allen diesen Forderungen entsprach, nachdem es gelungen war, die Schwierigkeiten der Kultur zu überwinden. In 2½ Jahren ließ sich diese Form 550 Individualgenerationen hindurch rein agam ohne Depression, ohne Parthenogenese oder sonstige Zell- oder Kernregulationen züchten¹⁾. Diese Zahl von Generationen scheint mir groß genug, um annehmen zu dürfen, daß in derselben Weise die *Eudorina* dauernd gezüchtet werden kann. (Hartmann 1917.)

Durch dieses Resultat scheint mir aber die Entscheidung über alle Verjüngungs- und Regulationshypthesen der Befruchtung gefallen. Denn wenn ein Organismus, bei dem in der Natur jährlich mindestens einmal Befruchtung vorkommt, dauernd asexuell gezüchtet werden kann, ohne daß Regulationen vorkommen und nötig sind, dann ist eben die Befruchtung keine physiologische Notwendigkeit und ihre Bedeutung kann nicht in einer Verjüngung oder Regulation gesucht werden, sondern muß anderswo liegen. Trotzdem könnte ihr aber unbehindert der Wert einer elementaren Lebenserscheinung zukommen, nur nicht als Notwendigkeit, sondern als eine allem Leben zukommende Möglichkeit bei gegebenen äußeren und inneren Bedingungen.

(Schluß folgt.)

Der Einfluß des dynamischen Gleichgewichtes auf die Formen der festen Erdoberfläche.

Von Prof. Otto Baschin, Berlin.

Die physikalische Betrachtungsweise hat schon seit langem auf geographische Probleme Anwendung gefunden. In erster Linie sind es die als astronomische und mathematische Geographie zusammengefaßten Lehren von den Bewegungen und der Gestalt des Erdkörpers, die auf gesicherten physikalischen Grundlagen beruhen. Aber auch die Wissenschaft von der Lufthülle der Erde, die Meteorologie, verlor im Laufe des letzten Abschnittes des neunzehnten Jahrhunderts immer mehr ihren Charakter als ein Teilgebiet der geographischen Statistik und entwickelte sich zu einer *Physik der Atmosphäre*. W. v. Bezold hat in einem allgemein verständlichen Aufsatz diesen Ausbau der Meteorologie zu einer physikalischen Disziplin vortrefflich geschildert²⁾ und F. M. Exner verdanken wir nunmehr die neueste zusammenfassende Darstellung dieser modernen Meteorologie³⁾. Etwas später ist auch die Kunde von

¹⁾ Zus. bei der Korr. Die Zahl der Generationen ist jetzt über 600 gestiegen.

²⁾ Wilhelm v. Bezold: Die Meteorologie als Physik der Atmosphäre. Himmel und Erde. Berlin 1893, Bd. 5, S. 1—19.

³⁾ Felix M. Exner: Dynamische Meteorologie. VIII—308 S. Leipzig, 1917. (Vergl. die Besprechung in dieser Zeitschrift, 1917, Jahrg. 5, S. 626—627.)

dem Weltmeer, die Ozeanologie, nicht ohne die Mitwirkung hervorragender Meteorologen und unter Anlehnung an die Methoden meteorologischer Forschung, zu einer *Physik des Meeres* ausgestaltet worden. Als umfassendstes Werk dieser Richtung darf die von *Bjerknes* und seinen Mitarbeitern veröffentlichte groß angelegte Theorie der Meteorologie und Hydrographie gelten¹⁾, die vor allem auch durch die konsequente Anwendung des absoluten Maßsystems von grundlegender Bedeutung für den weiteren Ausbau beider Wissenszweige geworden ist.

Es entspricht somit nur dem natürlichen Entwicklungsgange der geographischen Wissenschaft, wenn dieser Vorgang einer Verschiebung des Gesichtspunktes nach der physikalischen Seite hin nunmehr auch auf die feste Erdoberfläche übergreift, und wenn auch auf dem Gebiete der *Geomorphologie* des Festlandes die *physikalischen Gesetzmäßigkeiten* mehr und mehr entschleiert werden. Freilich läßt sich nicht verkennen, daß hier die Verhältnisse wegen der Verschiedenartigkeit des Materials und der Starrheit des Erdbodens viel komplizierter sind als bei den vorher erwähnten Disziplinen. Die Erde als Ganzes zwar kommt einem physikalisch definierbaren Körper ziemlich nahe, und das Wasser sowie die Luft können auf weite Erstreckungen hin als physikalisch gleichförmige Medien betrachtet werden, so daß ihre Bewegungen und die sonstigen Änderungen ihres physikalischen Zustandes der Berechnung leicht zugänglich sind. Diese Erkenntnis hat in den letzten Jahrzehnten auch in physikalischen Kreisen in steigendem Maße Platz gegriffen, und der eigenartige Reiz, der in der Anwendung physikalischer Untersuchungs- und Berechnungsmethoden auf Probleme der Geographie liegt, hat die Zahl der Physiker, welche der Geographie in ihrem weitesten Sinne nähergetreten sind, in deutlich erkennbarer Weise von Jahrzehnt zu Jahrzehnt vermehrt. Aber es waren im wesentlichen astronomische, geodätische, geophysikalische, meteorologische und ozeanologische Messungen und Theorien, denen sich das Interesse der Physiker zuwandte; während die Einzelheiten der festen Erdoberfläche von ihnen vernachlässigt wurden. Zwar hat man sich seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bemüht, eine physikalische Gesetzmäßigkeit in der *Verteilung von Wasser und Land* ausfindig zu machen, aber man ist dabei über mehr oder weniger geistreiche Hypothesen kaum hinausgekommen. Erst *A. E. H. Love* gelang es in physikalisch exakter Weise nachzuweisen, daß die Verteilung der Landmassen im großen und ganzen durch Kugelfunktionen der ersten drei Grade darstellbar ist, und er zeigte, daß die Umrisse der Kontinente in roher Annäherung unter relativ einfachen Annahmen physi-

kalisch erklärt werden können, der Zufall somit bei der Anordnung der Kontinentalmassen nicht die große Rolle spielen dürfte, die man ihm bis dahin wohl allgemein zuschrieb¹⁾. Es läßt sich aber nicht verkennen, daß dieser erste geniale Versuch in geographischen Kreisen leider auf unfruchtbaren Boden gefallen ist. Die Lovesche Stabilitätstheorie wird noch heute in den besten deutschen Lehrbüchern der Geographie nicht einmal erwähnt. Dabei handelt es sich aber nur um die einfachen großen Züge im Antlitz der Erde, bei denen die Eigenschaften des gesamten Erdkörpers, die der physikalischen Berechnung zugänglich sind, immerhin eine gewisse Rolle spielen dürften. Viel komplizierter ist demgegenüber die *Gestaltung der Einzelformen auf der Erdoberfläche*. Hier sehen wir eine so verwirrende Vielgestaltigkeit und eine so reiche horizontale Gliederung, daß es ein vergebliches Bemühen zu sein scheint, in dieser chaotischen Fülle der Formengruppen das Walten physikalischer Gesetze auffinden zu wollen. Zweifellos aber sind solche wirksam, und als ein Fingerzeig muß es uns dienen, wenn bestimmte charakteristische Formen sich in der gleichen Gegend öfters wiederholen, ganz besonders dann, wenn diese Wiederholung, ähnlich wie bei den Wasserwellen, in gleichmäßigen Abständen zu erfolgen pflegt. Solche Gebilde sind als sichtbare Wirkungen eines geographischen Gestaltungsgesetzes aufzufassen, das sich dem aufmerksamen Auge an zahlreichen Stellen auf unserer Erde offenbart, und das die Herstellung eines dynamischen Gleichgewichtszustandes zum Endziel hat. Ich möchte dieses Gesetz folgendermaßen formulieren: *Wenn eine Wasser- oder Luftmasse sich in strömender Bewegung befindet, so besteht das Bestreben, den Grenzflächen dieser Massen eine Wogenform aufzuzwingen*. Sind diese Grenzflächen leicht beweglich, wie es bei der Luft und beim Wasser der Fall ist, so kann es zu einer Ausbildung von Wogen kommen, deren Größe und Gestalt der Theorie entspricht, die wir *H. v. Helmholtz* verdanken²⁾.

Ein stationäres Wogensystem in dessen Sinne

¹⁾ *A. E. H. Love*: Transactions of the Sections. Section A. Mathematical and Physical Science. (Opening Address by the President.) Report 77. Meeting of the British Association for the Advancement of Science Leicester 1907, London, 1908, S. 427—438. — Auch: Nature, London, 1907, Bd. 76, S. 327—332. — Ferner: Proceedings of the Royal Society, London, Ser. A. 1907, Bd. 79, S. 194—199; 1908, Bd. 80, S. 553—556. — Philosophical Transactions of the Royal Society, London, Ser. A. 1908, Bd. 207, S. 171—241.

²⁾ Über atmosphärische Bewegungen. Von *H. v. Helmholtz*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Berlin, 1888, S. 647—663 und 1889, S. 761—780. — Zur Theorie von Wind und Wellen. Von *H. v. Helmholtz*. Verhandlungen der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin, Berlin, 1889, Jahrg. 8, S. 61—76. — Die Energie der Wogen und des Windes. Von *H. v. Helmholtz*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Berlin, 1890, S. 853 bis 872.

¹⁾ *V. Bjerknes* u. a.: Dynamische Meteorologie und Hydrographie. Deutsche Ausgabe. 2 Teile. V bis 126 und VII—172 S. Tabellen: 36, 30 und 22 S. Atlas: 60 Tafeln. Braunschweig, 1912.

wird jedoch wohl nur bei Luftgrenzen vorkommen, die häufig als Wogenwolken sichtbar werden, wenn der Feuchtigkeitsgehalt der Luft dem Sättigungspunkte nahe ist. Viel häufiger scheinen interne Wogen des Luftmeeres zu sein, die dem Auge unsichtbar bleiben; doch ist es gelegentlich bei Ballonfahrten gelungen, auch solche Luftwogen nachzuweisen¹⁾. Bei der wogenden Bewegung der Kornfelder dürfte es sich wohl um Luftwogen handeln, die an der Grenze einer, zwischen den dicht gedrängten Halmen ruhenden und der darüber hinwegstreichenden bewegten Luftschicht entstehen, wobei die Getreideähren als Indikatoren dienen, welche uns diese Luftwogen sichtbar machen. Ich möchte jedoch darauf hinweisen, daß *R. Seeliger* kürzlich in dieser Zeitschrift eine andere Erklärung des Wogens der Kornfelder gegeben hat²⁾. Vielleicht ist es nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß auch die Gipfel der Bäume sich ähnlich verhalten wie die Getreideähren. Bei allen Luftfahrten konnte ich regelmäßig die langen, über geschlossene Waldgebiete dahineilenden Wogenzüge deutlich erkennen.

Bei den Wasserwellen kommt es wohl nur in ganz besonderen Fällen zur Ausbildung der theoretischen Endformen, weil jeder Windstärke ein bestimmter dynamischer Gleichgewichtszustand entspricht, der durch die Höhe der Wellen und die Geschwindigkeit ihres Fortschreitens charakterisiert ist, aber erst nach Ablauf einer gewissen Zeit erreicht werden kann, weil ein Teil der Energie des Windes auf die Wellen übertragen werden muß, damit ein solches „stationäres Wogensystem“ sich bilden kann. Da nun jeder Windgeschwindigkeit ein besonderes Wogensystem zugeordnet ist, und der Wind höchst selten so lange dieselbe Richtung und Stärke beibehalten wird, daß es zur vollen Ausbildung des von der Theorie geforderten Wogensystems kommen kann, so haben wir in der Natur nur ganz ausnahmsweise Gelegenheit, diesen Gleichgewichtszustand zu beobachten. Dagegen ist die Tendenz zu dessen Herstellung stets deutlich erkennbar, wie man auf jeder Seereise tausendfältig wahrnehmen kann.

Schon seit einer Reihe von Jahren bemühe ich mich darauf hinzuweisen, daß wir auch auf dem Festlande wogenähnliche Formen finden, deren Entstehung der wogenbildenden Tendenz des Windes zuzuschreiben ist.³⁾ Es sind dies einmal

¹⁾ Eine Beobachtung über Luftwogen. Von *R. Emden*. Meteorologische Zeitschrift, Braunschweig, 1897, Bd. 14, S. 429—431. — Unsichtbare Luftwogen. Von *Otto Baschin*. Meteorologische Zeitschrift, Braunschweig, 1900, Bd. 17, S. 231—232.

²⁾ Die Struktur des Windes. Von *R. Seeliger*. Die Naturwissenschaften, Berlin, 1917, Bd. 5, S. 755.

³⁾ Die Entstehung wellenähnlicher Oberflächenformen. Ein Beitrag zur Kymatologie. Von *Otto Baschin*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Berlin, 1899, Bd. 34, S. 408—424. — Dünenstudien. Von *Otto Baschin*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Berlin, 1903, S. 422 bis

die Kleinformen der *Rippelmarken*, jener wellenförmigen Anhäufungen lockeren Sandes, deren Dimensionen sich nach Zentimetern bemessen, und die sich unter dem Einfluß starker Winde mit deutlich wahrnehmbarer Geschwindigkeit fortbewegen. Dann aber gehören auch die größeren Formen der *Dünen* in die gleiche Kategorie. Ein grundsätzlicher Unterschied bei diesen wellenähnlichen Reihen lockeren Sandes gegenüber den Wasserwellen besteht natürlich darin, daß nach dem Aufhören des Windes sich die Sandoberfläche nicht wieder glätten kann, wie es das Wasser tut, sondern daß die zuletzt vorhandene Form bestehen bleibt, und der nächste Wind nun keine ebene Fläche mehr vorfindet, sondern ein neues Wellensystem schaffen muß, das sich häufig dem alten auflagert. Auch ist der erreichbare Endzustand kein stationäres Wogensystem, sondern ein Stadium, bei dem die Zufuhr des Sandes von der Luvseite einerseits und dessen, durch die Aufrechterhaltung des natürlichen Böschungswinkels geforderter Absturz an der Lee-seite andererseits sich das Gleichgewicht halten. Auch hier aber ist es ein dynamischer Gleichgewichtszustand, dessen Erreichung angestrebt wird, und der als solcher dadurch charakterisiert ist, daß bei einer künstlichen Zerstörung der Düne die alte Form sich bei Fortdauer des Windes nach einiger Zeit von selbst wieder herstellt. Erst nachdem das geschehen ist, kann die Düne in der bekannten Weise ihre Wanderung in der Richtung nach Lee hin wieder aufnehmen. Daß in Gegenden, wo die Winde mit großer Regelmäßigkeit in Richtung und Stärke wehen, auch die Oberfläche des Pflanzenkleides dauernd wogenähnliche Formen annimmt, hat *O. Burchard* nachgewiesen⁴⁾.

Strömendes Wasser muß selbstverständlich in analoger Weise wirken wie strömende Luft, und am Grunde von Flußbetten sowie am Grunde von Meeresteilen, deren Boden starken Strömungen als Unterlage dient, dürfen wir wogenförmige Anordnungen des lockeren Materials erwarten. Da das Wasser jedoch in den meisten Fällen die Formen des Untergrundes, über den es fließt, unserem Auge verbirgt, so sind wir nur selten in der Lage, diese Formen zu erkennen. Da unser Gesetz aber auch für die seitliche Begrenzung des strömenden Wassers Gültigkeit hat, so muß hier die Tendenz zur Wogenbildung erkennbar werden. In der Tat zeigen sich dort, wo starke Meeresströmungen parallel zu einer sandigen Flachküste verlaufen, häufig Haken, Nehrungen, Lagunen und Sandbänke, die sich in den gleichen Formen regelmäßig wiederholen, so daß man sie als Resultate einer einheitlichen Ursache an-

420. — Die Entstehung der Dünen. Von *Otto Baschin*. Zentralblatt der Bauverwaltung, Berlin, 1900, Bd. 20, S. 231—232.

⁴⁾ Die durchschnittliche Passatrichtung auf den westlichen Kanaren. Von *Oscar Burchard*. Meteorologische Zeitschrift, Braunschweig, 1912, Bd. 29, S. 1. Mit Tafel.

sprechen kann. Derartige *Küstenlinien* stellen eben Annäherungen an Gleichgewichtszustände dar, die sich, ebenso wie die Dünen, als solche dadurch dokumentieren, daß die Formen sich nach einer künstlichen Änderung wieder allmählich genau so herstellen, wie sie früher waren.

Auch auf die Flüsse erstreckt sich die gleiche Tendenz und macht sich hier in jenen Windungen bemerkbar, die wir bei geringem Stromgefälle fast überall sehen und in der geographischen Literatur als *Mäander* bezeichnen. Wenn ein an der Fahnenstange eines Gebäudes gehißter Wimpel im Winde flattert und sich dabei in einer Schlangenlinie bewegt, so haben wir denselben dynamischen Vorgang, als wenn derselbe Wimpel an der Mastspitze eines fahrenden Dampfers bei Windstille durch die Luft bewegt wird. Ersetzen wir nun den Wimpel am fahrenden Schiff durch den bewegten Wasserfaden des Flusses und die ruhende Luft durch die feste Erdoberfläche, so ist die Analogie beider Zustände offensichtlich. Allerdings erfordert die Ausbildung der Mäander einen noch längeren Zeitraum, als etwa die Dünenbildung, und wie jeder andere Wind eine andere Dünenform schafft, so entspricht bei den Flußmäandern jede Linienführung einer bestimmten Menge und Geschwindigkeit des Wassers. Da nun die Wasserführung der Ströme schon im Laufe von wenigen Jahrzehnten erheblichen Änderungen unterliegen kann, so wird es hier wohl niemals zur Ausbildung eines vollkommenen Gleichgewichtszustandes kommen. Der Strömungsverlauf eines Flusses bietet aber auch ein lehrreiches Beispiel dafür, wie die Tendenz unseres Gesetzes selbst dann erkennbar wird, wenn unüberwindliche Hindernisse eine Anpassung der Formen an den Gleichgewichtszustand verhindern. Dies ist z. B. der Fall, wenn die Ufer eines Flusses durch Mauern oder andere Schutzbauten befestigt sind. Dann macht sich die Tendenz zur Mäanderbildung dadurch bemerkbar, daß der Stromstrich sich von einem Ufer zum anderen schlängelt. Er pendelt gewissermaßen um die Mittellage des Stromlaufes, was sich bei kleineren Flüssen von der Mitte einer Brücke aus gelegentlich gut beobachten läßt. Bei breiteren Strömen ist es natürlich nicht möglich, diese *Pendelung des Stromstriches* mit einem Blick festzustellen. Hier können nur sorgfältige Beobachtungen an beiden Ufern zum Ziele führen. Nun veröffentlichte kürzlich *A. Hofmann* Beobachtungen vom Rhein, aus denen hervorgeht, daß der Stromstrich des am Beobachtungsorte 500 m breiten Flusses sich in schlangenförmiger Bewegung befindet und die Oszillationen des Wasserspiegels sich an den einander gegenüberliegenden Uferstellen stets in der entgegengesetzten Phase bewegen¹⁾. Diese Beobachtungen

bringen also eine willkommene Bestätigung unseres Gesetzes.

Die in den vorstehenden Ausführungen vertretene Ansicht, daß die Tendenz zur Herstellung eines dynamischen Gleichgewichtszustandes auch auf die Formen des Reliefs der festen Erdoberfläche von Einfluß sei, müßte natürlich in erster Linie die Geographen interessieren und ist daher auch zuerst in geographischen Zeitschriften dargelegt worden¹⁾. Aber die weitere Verfolgung des Problems und seine mathematisch-physikalische Durcharbeitung dürfte eher eine Aufgabe für Physiker sein, denen sich hier ein ergiebiges Arbeitsfeld eröffnet, dem als Grenzgebiet zwischen zwei Wissenszweigen eine aussichtsreiche Zukunft bevorsteht. Mögen diese Darlegungen als eine Anregung für Physiker betrachtet werden, den Formenschatz der Erde unter dem Gesichtspunkt unseres Gestaltungsgesetzes einem kritischen Studium zu unterziehen.

Besprechungen.

Schweinfurth, Georg, Im Herzen von Afrika. Reisen und Entdeckungen im zentralen Äquatorialafrika während der Jahre 1868—1871. Ein Beitrag zur Entdeckungsgeschichte von Afrika. — Dritte vom Verfasser verbesserte Auflage, veranstaltet zu Ehren der Vollendung des 80. Lebensjahres des Verfassers, am 29. Dezember 1916, von seinen Freunden. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1918. XVIII. 578 S., 139 Holzschnitte nach Originalzeichnungen des Verfassers und eine Karte seiner Entdeckungen in Zentralafrika. Preis geb. M. 30,—.

Als am 29. Dezember 1916 der jetzt lebende Nestor der Afrikaforschung, *Georg Schweinfurth*, die Vollendung seines 80. Lebensjahres in vollster körperlicher und geistiger Frische feiern durfte und durch den Weltkrieg verhindert war, daß die Wertschätzung, welche seine durch über 5 Dezentennien hinaus unermüdlich fortgesetzte Tätigkeit auf dem Gebiet der Afrikaforschung auch bei den Gelehrten aller Kulturvölker des Auslandes immer gefunden hatte, zum Ausdruck kam, da glaubten die deutschen Freunde des hochgeschätzten Mannes ihm keine bessere Ehrung zu erweisen, als dadurch, daß sie sich um die Herstellung einer dritten deutschen Auflage seines berühmten Werkes „Im Herzen von Afrika“ bemühten. Dieses unvergängliche, bei der vielseitigen Begabung und Durchbildung des Verfassers auf weite Kreise belehrend und anregend wirkende Buch war schon vor dem Erscheinen der ersten deutschen Ausgabe in englischer Übersetzung veröffentlicht worden und bald folgten Übersetzungen in Amerika, Frankreich, Italien und eine türkische, eine griechische Bearbeitung als Feuilleton einer Zeitung in Smyrna, sowie in Ägypten eine arabische Be-

turwissenschaftliche Wochenschrift, Jena. 1918, Bd. 33, S. 104.

¹⁾ Das dynamische Gleichgewicht der Erdoberfläche. Von *Otto Baschin*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Berlin, 1915, S. 634—639. — Die Entstehung der Flußmäander. Von *Otto Baschin*. Petermanns geographische Mitteilungen, Gotha, 1916, Bd. 62, S. 16. — Ein geographisches Gestaltungsgesetz. Von *Otto Baschin*. Petermanns geographische Mitteilungen, Gotha, 1918, Bd. 64, S. 50—54.

¹⁾ Über eine merkwürdige Oszillation des Rheinspiegels. Von *Albert Hofmann*. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Jena, 1917, Bd. 32, S. 677—679. — Die Oszillation des Rheinspiegels. Von *Otto Baschin*. Na-

arbeitung im Feuilleton des „Bassiret“. Der unter den ungünstigen Zeitverhältnissen zunächst kaum durchführbar erscheinende Plan der Herstellung einer dritten Auflage kam dadurch zur Ausführung, daß die Spenden von persönlichen Freunden und Freunden der Wissenschaft reichlich erweitert wurden durch Unterstützungen aus dem Allerhöchsten Dispositionsfonds, seitens des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg, seitens des Ministeriums der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten und des Reichskolonialamts. Für die mit Schweinfurths Entwicklungsgang weniger vertrauten Leser ist eine sehr wertvolle Beigabe zur dritten Auflage der Anhang VI (Veröffentlichte Werke, Landkarten, Aufsätze und Briefe 1858 bis 1916). Hieraus ist ersichtlich, daß er ausgerüstet mit naturwissenschaftlichen, insbesondere botanischen, geologischen und anthropologischen sowie auch mit sprachlichen Kenntnissen und großem Talent zum Zeichnen vor dem Antritt seiner Reise nach Innerafrika von 1864—1867 die Küstenländer des Roten Meeres und Nubien bis zum 13° n. Br. bereist hatte, nicht darauf bedacht, in kurzer Zeit möglichst lange Strecken und möglichst noch von Europäern vorher nicht betretenes Land zu durchqueren, sondern an für tiefer gehende Forschungen geeigneten Plätzen sich niederlassend und mit dahin wohl nur von Schimper in Abessinien und Welwitsch in Angola erreichten Sorgfalt und Genauigkeit sammelnd, dazu meisterhaft zeichnend und Tagebücher füllend. Die im „Herz von Afrika“ beschriebene Reise von 1868—1871 schloß sich örtlich und zeitlich an die vorangegangenen an und das war für die wissenschaftlichen Ergebnisse im einzelnen sehr wertvoll. Nicht bloß in topographischer Beziehung, sondern in anthropologischer und ethnologischer, in zoologischer und vor allem in botanischer suchte er langsam vordringend, mehrfach Monate lang an einem geeigneten Orte verweilend, immer weiter in das Herz Afrikas vorzudringen. Nachdem Ende März 1869 die Seriba Ghattas, im Lande Djur und in der Nachbarschaft des Landes der Bongo erreicht war, verweilte der Reisende hier, die Umgebung und ihre Bevölkerung gründlich erforschend bis Mitte November 1869, um sich dann unter dem Schutze des Abd-es-Ssammat, dessen Gastfreundschaft und uneigennützigste vielseitige Unterstützung Schweinfurth nicht genug rühmen kann, weiter südlich zu wenden und zunächst von Ssabbi aus das Mittuland mit dem hügeligen Quellgebiet des Roah drei Monate lang zu durchstreifen. Dann wurde Ende Januar 1870 von Ssabbi im Anschluß an die Karawane des Abd-es-Ssammat der Marsch nach dem Lande der Niam-Niam angetreten und nun änderte sich allmählich der Vegetationscharakter. Eine Cycadee, *Encephalartos septentrionalis*, der einzige Vertreter der südlich vom Äquator reichlicher entwickelten Gattung, wurde entdeckt. Außer üppigen Galleriewäldern treten großblauige Buschwälder auf, in deren Stümpfen auch Dickichte von großen Zingiberaceen (*Amomum*, *Costus*); in den Galleriewäldern finden sich Dickichte von Rotang-Palmen (*Calamus*), großblättrige *Anthocleista* (Loganiaceae), hochkletternder Aschantipfeffer (*Piper guineense*), *Pandanus*, *Treculia* (afrikanischer Brotfruchtbaum) und viele andere in der sudanischen Parksteppenprovinz nicht vorkommende Gattungen verkünden die Herrschaft eines neuen Florenelements, das Referent als das der guineischen Waldprovinz bezeichnet, von dem zur Zeit von Schweinfurths Reisen nur verhältnismäßig wenig Vertreter von der Guinea-Küste bekannt waren, während die weitere Erforschung der Kameruner Flora, die Samm-

lungen Pogges und anderer aus dem Kongogebiet, sowie auch die Sammlungen Stuhlmanns auf der Emin-Pascha-Expedition im Westen des Victoria-Njansa es unzweifelhaft machten, daß sich dieses guineensische Florenelement bis zum Victoria-Njansa und dem Ghasalquellenland erstreckt. Noch mehr wurde dies durch die zentralafrikanischen Expeditionen des Herzog Adolf Friedrich von Mecklenburg und Dr. Mildbraed bestätigt. Am 2. März wurde der Linduku erreicht und mit ihm die Wasserscheide des Nils überschritten, was Schweinfurth freilich erst später klar wurde. Am 19. März endlich entdeckte er den Uelle im Lande der Mangbuttu. — Referent hat bisher vorzugsweise die botanischen Ergebnisse betont; aber die Darstellung derselben in dem Buch selbst mit den Bemerkungen über die den Verfasser besonders interessierenden Kulturpflanzen nimmt, ähnlich wie die der Tierwelt, doch nur einen kleinen Teil des Buches ein. Land und Leute mit ihren Gebräuchen und eigene Erlebnisse sind es, deren ausführlicher Schilderung der breiteste Raum in dem Buch zufällt und bei dem wenigen, was man bis dahin über die kannibalischen Niam-Niam und die Mangbuttu wußte, die weiteren Kreise ganz besonders interessierte. Auch über das im Süden des Mangbuttulandes wohnende und teilweise dem Mangbuttu-König unterworfenen Pygmäenvolk der Akka konnte Schweinfurth zum ersten Male zuverlässige Nachrichten beibringen. Am 12. April 1870 war Schweinfurth genötigt, mit der Karawane des Abd-es-Ssammat den Rückweg anzutreten. Wer je in ein der Forschung neue Ergebnisse verheißendes Gebiet eingedrungen ist, wird immer, auch unter wenig günstigen Verhältnissen, mehr den Drang verspüren, in die bisher unerschlossenen Gebiete vorwärts zu dringen, als auf dem wohlbekannten Rückwege die Heimreise anzutreten. Es ist daher wohl begreiflich, mit wie schwerem Herzen Schweinfurth Munsas Reich verließ, von dem aus er unschwer in die damals noch unbekannten Quellgebiete des Benné, Ogowe und Kongo hätte gelangen können. Aber die Geldmittel zur Weiterreise fehlten und die umfangreichen wertvollen botanischen, geologischen und anthropologischen Sammlungen sollten heimgebracht werden. Wenn wir aber die Schilderungen der an Kämpfen mit den Eingeborenen und anderen Gefahren reichen Rückreise unter dem Schutze Abd-es-Ssamatts lesen und dabei an das denken, was Schweinfurth alles noch nach dieser Reise für die Wissenschaft geleistet hat, dann können wir es nur als ein gütiges Geschick preisen, daß er durch die Umstände zu der wenigstens einige Sicherheit bietenden Umkehr gezwungen war. Auch ergab die Rückreise, welche zum Teil auf anderen Wegen als die Herreise erfolgte, noch bedeutende Bereicherungen der Beobachtungen und Sammlungen. Am 24. Juni 1870 wurde der Tondj überschritten und wiederum ein Absteher nach Osten in das Mittu-Gebiet unternommen, um dort vorhandene Elfenbeinvorräte abzuholen, der aber auch botanisch recht ergiebig war, indem in den Wäldern große Bestände der Cycadee *Encephalartos septentrionalis* und an dem nach SW. abfallenden Gesenke zwischen baumfreien Steppenflächen viele Quadratmeilen große Horste des Bambusgrases *Oxytenanthera abyssinica* gefunden wurden. Am 3. Juli wurde Ssabbi und am 13. Seriba Ghattas wieder erreicht. Nachdem Schweinfurth hier wieder heimisch geworden war und im Lande der Djur kleinere Expeditionen unternommen, hatte er den großen Schmerz, beim Ausbruch eines Feuers über 100 Trägerlasten, darunter die Kisten mit allen seinen Manuskripten, Reisejournalen und Notizbüchern einen Raub der

Flammen werden zu sehen. Was nicht vorher nach Europa expediert worden war, war verloren und wenig mehr, als das nackte Leben gerettet, glücklicherweise aber auch seine so wertvollen Zeichnungen, Tinte, Zeichen- und Schreibmaterial, sowie das Manuskript eines Vokabulars der Bongo-Sprache. Am 1. Januar 1870 wurde noch eine große Expedition westwärts in das Land der Bongo und Golo angetreten, die zum Teil Gebiete berührte, in denen Th. von Heuglin, Dr. Steudner und Fräulein Alexine Tinne geweiht und geforscht hatten, im wesentlichen Parksteppenland. Diese Expedition währte bis zum 19. Febr. 1871 und endete mit einem längeren Aufenthalt in der Seriba Akkad. Dann erfolgte am 21. April die Rückkehr nach Seriba Ghattas und am 4. Juni von da der Aufbruch nach der Meschra am Bahr el Gharal, wo am 26. Juni die Einschiffung auf einer Chartumer Barke erfolgte, welche später von einem Dampfer ins Schlepptau genommen wurde, der am 24. Juli in Chartum landete. Am 2. Nov. 1871 betrat Schweinfurth in Messina europäischen Boden. — Reich ist das Buch auch an Reflexionen über politische und soziale Zustände, über Sklaverei, Sklavenausfuhr und die Mittel zu ihrer Beseitigung, reich auch an bildlichen Darstellungen, die nach seinen Originalzeichnungen angefertigt sind; die Darstellungen von Geräten, Tieren und Volkstypen sind zum mindesten den jetzt üblichen und leicht herzustellenden photographischen Aufnahmen gleichwertig. Szenenbilder und Landschaftsbilder sind hin und wieder von einer gewissen Steifheit, die mehr auf die Reproduktion als auf die Originale zurückzuführen ist, aber der Botaniker hat von den Landschaftsbildern oft mehr, als von vielen photographischen Aufnahmen tropischer Landschaften, da der Autor wußte und angab, was er dargestellt hat, während so viele photographische Aufnahmen ohne Kenntnis der dargestellten Pflanzenformen gemacht sind.

Eine sehr wesentliche und namentlich für die Botaniker wertvolle Bereicherung dieser dritten Auflage ist die, daß die in der ersten und zweiten Auflage enthaltenen ungenauen und irrtümlichen Bezeichnungen einzelner Pflanzenarten nach dem Stande der heutigen botanischen Forschung und nach der Durcharbeitung der Schweinfurthschen Sammlungen richtig gestellt sind. Desgleichen wird die Zoologen das im Anhang III gegebene Verzeichnis der auf den Touren landeinwärts vom Gazellenfluß beobachteten Säugetiere befriedigen, in welchem Prof. Matschie der vielsprachigen Namenliste die üblichen lateinischen Bezeichnungen hinzufügte. Die ursprüngliche Begleitkarte des Werkes wurde mit einem in Blau ausgeführten Überdruck der heute Geltung habenden Flußläufe versehen, wobei sich allerdings nicht unerhebliche Verschiebungen ergeben, doch ist dies bei allen älteren afrikanischen Karten der Fall. Endlich hat der Verfasser mehrfach, wo ein Hinweis auf die Ergebnisse neuer Forschungen notwendig erschien, neue erklärende und berichtigende Anmerkungen dem ursprünglichen Text hinzugefügt. Eine sehr willkommene Beigabe sind ein Bildnis Schweinfurths vom Jahre 1915 und ein anderes des jungen kühnen Forschungsreisenden aus dem Jahre 1872. So ist in der Tat diese neue Auflage von Schweinfurths berühmtem Werk zu einer in jeder Beziehung erfreulichen Festgabe geworden.

A. Engler, Berlin-Dahlem.

Lange, F., Landwirtschaftlich-statistischer Atlas. Die landwirtschaftliche Erzeugung der Welt, unter besonderer Berücksichtigung der Landwirtschaft in

Deutschland, Österreich-Ungarn und Polen und der deutsche Außenhandel in land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen. Berlin, Dietrich Reimer (Ernst Vohsen), 1917. 105 Karten in Folio, nebst einem Geleitwort von Prof. Dr. F. Wohltmann. Preis geb. M. 72,—.

Dieses große, von dem Geschäftsführer der Landwirtschaftskammer in Bremen, Dr. F. Lange, auf Grund des besten vorliegenden statistischen Quellenmaterials unter finanzieller Beihilfe der Reichsämters des Innern, des preußischen Landwirtschaftsministeriums und des Kultusministeriums herausgegebene Kartenwerk stellt eine nicht nur inhaltlich, sondern auch methodisch höchst dankenswerte Leistung dar. Es ist in ihm der bestens gelungene Versuch gemacht worden, durch eine, die schnelle Übersichtlichkeit wie den unmittelbaren Vergleich erleichternde Vereinigung statistischer Diagramme mit der Karte des außerordentlich weitschichtigen und in Tabellen kaum überschaubaren Zahlenmaterials Herr zu werden und dessen Lehren zu klarer und schnell erfaßbarer Anschauung zu bringen. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Mengen land- und forstwirtschaftlicher Erzeugnisse durch einfache Figuren (Kreise und Quadrate) unter Hinzunahme weniger, die Übersicht erleichternder Farben dargestellt, und zwar nicht wie bisher nach der Größe und nebeneinander auf Diagrammtafeln, sondern räumlich geordnet auf Unirißkarten der Erde, sowie Deutschlands und seiner Nachbarländer. Auf diese Weise wird dem Betrachter der Karten die sofortige örtliche Lage der durch Sinnbilder veranschaulichten Produktionsmengen ermöglicht. Das neue Verfahren gestattet, wichtige wirtschaftsgeographische Zusammenhänge, wie die Abhängigkeit der Produktionsmengen von der Territorialgröße des betreffenden Landes, von der Lage zum Meer oder innerhalb des Kontinentes, bzw. im Verhältnis zu seiner Umgebung schnell und richtig zu erfassen. Die geographischen Abhängigkeiten von den klimatischen Verhältnissen, als Ursachen der jeweiligen Verschiedenheiten, werden nicht minder rasch erkennbar. Diese Vorzüge machen das Atlaswerk neben seiner unmittelbar praktischen Verwendbarkeit zu einem äußerst wertvollen wissenschaftlichen Hilfsmittel für Geographen, Landwirte und Nationalökonomien. Besonders in den gegenwärtigen Zeitläuften muß es von ganz besonderem Interesse sein, mit Hilfe des Studiums dieser, auf den mittleren statistischen Durchschnittswerten der Jahre 1909—13 aufgebauten Kartenblätter das getreue Spiegelbild der landwirtschaftlichen Verhältnisse der Welt, Deutschlands und seiner Nachbarländer (insonderheit Österreich-Ungarns und Polens) vor dem geistigen Auge entstehen zu sehen, weil nur so eine richtige Vorstellung gewonnen werden kann für die notwendig werdenden wirtschaftlichen Maßnahmen nach dem Kriege. Dadurch, daß jede Überfüllung der Einzelkarte durch die sonst bei derartigen Werken übliche Sucht, möglichst viel auf einer Karte zeigen zu wollen, sorgsam vermieden wurde, wird es dem Benutzer leicht gemacht, zu erkennen, „was in Friedenszeiten der deutsche Boden hervorbrachte, was ihm fehlte und was er in solchem Überfluß erzeugte, daß er davon dem Weltverkehr abgeben konnte“. Um dies im Vergleich mit der Umwelt mühelos tun zu können, wurde für alle Karten gleicher Gattung stets der gleiche Maßstab gewählt.

Der Atlas zerfällt in zwei Teile, dessen erster die wichtigsten Gegenstände landwirtschaftlicher Erzeugung veranschaulicht, während der zweite den deut-

schen *Außenhandel* in land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen zur Darstellung bringt. Von der ursprünglichen Absicht, jedem Kartenblatt einen erläuternden Text beizufügen, mußte vorerst aus äußeren Gründen Abstand genommen werden.

Aus dem reichen Inhalt des Gesamtwerkes sei hier nur auf einige besonders bemerkenswerte, den Karten zu entnehmende Tatsachen hingewiesen. So zeigt Karte XII des ersten Teiles, welcher hohen Anteil das Deutsche Reich an der Gesamterzeugung der wichtigsten Weltgetreidearten (Weizen, Hafer, Roggen, Gerste) nimmt. Von der *Weltgetreideerzeugung* (in der ungefähren Höhe von 356 Millionen Tonnen) entfallen nahezu 8 % auf Deutschland, während das zehnfach größere europäische Rußland nur 18.7 %, d. h. nicht mehr als das 2½-fache der deutschen Erzeugung liefert. An *Rübenzucker* erzeugte Deutschland annähernd 30 % der Welternte (vgl. Teil I, Karte 15), und an *Kartoffeln* entfällt etwa ein Drittel der Welterzeugung auf Deutschland (vgl. Teil I, Karte 13). Diese Angaben, wie ähnliche aus den Karten 3, 5, 7—9, 11 und 14 ablesbare Ergebnisse der landwirtschaftlichen Gütererzeugung, lassen erkennen, daß *Deutschlands Landwirtschaft vor dem Kriege an der Spitze aller größeren Ackerbau treibenden Nationen der Welt marschierte*. Zur Frage der *Verteilung der Groß- und Kleinbesitzer* in der deutschen Landwirtschaft bietet die Karte 34 des ersten Teiles, mit ihrer anschaulichen Darstellung der Größenverteilung der landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland für das Jahr 1907 einen interessanten Beitrag. Sie zeigt durch die *Durchschnittsdarstellung* aller deutschen Landesteile mit 69 % der in Deutschland landwirtschaftlich benutzten Fläche in Betrieben unter 50 Hektar das deutliche Übergewicht des Kleinbesitzers über den Großgrundbesitz, während die *örtlich lokalisierten Einzeldiagramme* für die deutschen Provinzen das starke Vorherrschen des Großgrundbesitzes in Ostelbien schnell zu erfassen gestatten. Sehr interessant ist auch ein Vergleich zwischen Deutschland und England hinsichtlich der Getreideein- und -ausfuhr, wie ihn Teil I, Karte 70 im Durchschnitt der Handelskampagnen 1909 bis 1913 ermöglicht. Danach brauchte Deutschland nur etwa 20 % Einfuhrüberschuß an Hauptgetreidearten vom Ausland, um seinen Bedarf zu decken, während England mit 145 % in geradezu verhängnisvoller Weise vom Weltmarkte abhängig erscheint. In solchen Kartendiagrammen tritt deutlichst die Folge der verschiedenen Wirtschaftspolitik beider Länder, in Abhängigkeit von ihren geographischen Lage- und Bodenverhältnissen, hervor. Nicht minder interessant

ist es, auf der gleichen Karte den relativ geringen *Ausfuhrüberschuß an Hauptgetreidesorten* für die Vereinigten Staaten mit nur 3,8 % und für Rußland mit 14.3 % festzustellen.

Aus der langen Reihe der Karten des zweiten Teils, welche die *Einfuhr* der einzelnen Güter zur Darstellung bringt, ergibt sich, daß für Deutschland den größten Umfang die *Einfuhr an Futtermitteln* aller Art (vgl. Teil II, Karte 93), ferner an pflanzlichen Spinnstoffen (Teil II, Tafel 100), tierischen Spinnstoffen (Teil II, Tafel 99), Weizen (Teil II, Karte 71), Gummirohstoffen (Teil II, Karten 102 und 103) und Kolonialwaren (Teil II, Karte 85) ausmachte. Die daneben hergehende *Ausfuhr* an Produkten deutscher Herkunft (Teil II, Karte 104) läßt vor allem die starke Ausfuhr von Rübenzucker nach England erkennen. Die letzte Karte des gesamten Atlas mit ihrer *Generalübersicht der Einfuhr von land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen* in das deutsche Wirtschaftsgebiet (Teil II, Karte 105) gestattet, mit einem Blick zu erkennen, wie innig verwoben das deutsche Wirtschaftsleben in den Weltbetrieb gewesen ist, und wie groß unsere Abhängigkeit vom Ausland durch die starke Einfuhr von land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen aller Art (im Gesamtwert von nicht weniger als 6½ Milliarden Mark) vor dem Kriege war. Das Kartenblatt läßt den Neid der Konkurrenz verständig erscheinen, nicht minder aber auch die Unmöglichkeit der Durchführung eines uns nach dem Kriege, angedrohten Wirtschaftsboykotts, sowie die *Notwendigkeit des Wiederaufbaues unserer kolonialen Wirtschaftspolitik*; letzteres vor allem, um loszukommen von der Einfuhr tropischer und subtropischer Erzeugnisse aus Staaten, welche direkt oder indirekt Englands Herrschaft unterstehen.

Wenn es gelingen sollte, auch die Zustände der *Industrie*, des *Handels* und *Verkehrs* der gesamten Welt mit Deutschland und seinen unmittelbaren Nachbargebieten auf gleich anschauliche, die Sprödigkeit des statistischen Rohmaterials geschickt überwindende Art zu gleichzeitiger kartographischer und diagrammatischer Darstellung zu bringen, so könnte dadurch viel wissenschaftlicher und praktischer Nutzen gestiftet werden. Hinsichtlich seiner Anschaulichkeit dürfte der hier in Frage kommende Atlas für die *landwirtschaftlichen Erzeugnisse* der Welt jedenfalls mehr und Erheblicheres geleistet haben, als andere, bisher uns zugängliche derartige Hilfsmittel, z. B. der von Bartholomae in London 1907 veröffentlichte „Atlas of the world's commerce“.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik, Nr. 4, 1917.

Einfache harmonische Schwingungen der Luft in Röhren und die durch sie erzeugten Staubfiguren; von G. Schueckert. Unter der Annahme von Absorption der Schwingungsenergie und unvollkommener Reflexion wird die Gleichung der stehenden ebenen Welle und das Gesetz der Reflexion und Superposition abgeleitet. Durch Diskussion der erhaltenen Gleichungen wird der Schwingungszustand näher untersucht. Insbesondere werden Gleichungen für die Verschiebung der Knoten- und Bauchflächen sowie deren Phasendifferenz, für die Verkürzung der Röhrenlänge extremer Resonanz und die Dichteänderung als Funktion der Amplitude der Tonquelle und der Wellenlänge abgeleitet. Im Anschluß an Untersuchungen von Helm-

holtz wird die Entstehung der Staubfiguren auf Wirbelbildung zurückgeführt.

Eine Methode für kombinierte Messung von Peltierwärme und Wärmeleitfähigkeit; von G. Borelius. Es wird eine Anordnung diskutiert, mit der an kleinen Metallstäben Messungen von Peltierwärme und Wärmeleitfähigkeit (sowie Leitverhältnis) kombiniert ausgeführt werden können. Vergleichende Messungen stellen sich ganz besonders einfach. Ein Apparat wird beschrieben und Messungsbeispiele gegeben.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation; von Paul Gerber.

Nr. 5, 1917.

Die Struktur inhomogener tropfbar-flüssig-kristallinischer Schichten (Spurlinien, Fäden, Höfe); von

O. Lehmann. An der Grenze zweier homogener tropfbar-flüssig-kristallinischer Schichten ist die Orientierung der Moleküle eine mittlere zwischen der der Moleküle der letzteren. Die Ränder der Grenzschicht an der begrenzenden Glasplatte treten deshalb als „Spurlinien“ deutlich hervor. Ist nur eine untere Spurlinie vorhanden, so kann diese wegen der Doppelbrechung der Schicht verdoppelt erscheinen. Dabei treten bei Drehung des Präparats schon bei Verwendung eines Nikols Auslöschungen ein wie sonst bei gekreuzten Nikols. Von den Endpunkten einer Spurlinie ausgehende „Fäden“ von Mutterlauge sind häufig von einem „Hof“ umgeben, in welchem die Molekulanordnung derjenigen an den gehauenen Endpunkten, wenn diese nicht am Glase haften, sondern auf freier Oberfläche sind, entspricht. Dieselbe kommt durch die schwarzen Kreuze usw. zum Ausdruck.

Bemerkung zu der Mitteilung des Hrn. Vegard: „Über die Lichterregung bei den Kanalstrahlen; von J. Stark.

Erwiderung auf Hrn. Millikans Kritik meiner lichtelektrischen Arbeiten; von C. Ramsauer.

Zur Theorie des Rotationsspektrums. (Erste Mitteilung); von Max Planck.

Über die Zustandsgleichung der festen Körper (dritte Abhandlung); von Max C. Weinstein. Diese Schlussabhandlung bezieht sich auf die molekulare Form der Zustandsgleichung. Es wird unterschieden zwischen Gleichungen für freies Ausschlagen der Molekeln und für gehemmtes. Die Gleichungen werden entwickelt und in ihrem Verhältnis zu bekannten Ansätzen besprochen, die sich als Näherungsgleichungen von ihnen darstellen. Besonders eingehend wird der van der Waals'sche innere Druck, der sich anders darstellt, als gewöhnlich angenommen wird, und der Energiefaktor behandelt.

Störung der Struktur tropfbar-flüssiger Kristalle durch Beimischungen; von O. Lehmann.

Fortschreitende Strukturwellen (scheinbare Rotationen) bei flüssigen Kristallen; von O. Lehmann. Kristalltropfen, deren Struktur durch fremde Beimischungen verdreht ist, zeigen bei Temperaturdifferenz zwischen Unter- und Oberseite zuweilen außerordentlich rasche Rotationen, deren Richtung von der Art des Zusatzes abhängt. Die nähere Untersuchung hat ergeben, daß dabei die Masse der Tropfen nicht rotiert, so wenig wie Wasser bei Wellenbewegung in der Richtung der Fortpflanzung der Wellen strömt. Es rotiert nur die Struktur des Tropfens, insofern sie stetig verschwindet und gleichzeitig mit etwas veränderter Richtung sich wiederherstellt. Bei stark verdrehten Tropfen kann die Fortpflanzungsrichtung dieser Strukturwellen an verschiedenen Stellen entgegengesetzt sein.

Nr. 6, 1917.

Über einige Fälle künstlicher Doppelbrechung in zylindrischen Körpern; von W. König. Ein Zylinder, der durch einseitigen Druck eine schwach elliptische Form angenommen hat, wird mit Gelatine-Lösung gefüllt und nach dem Erstarren der Lösung durch passenden Druck wieder in die ursprüngliche kreisrunde Form zurückgeführt. Die Gelatine zeigt dann eine Doppelbrechung von überall gleicher Achsenrichtung, deren Stärke in der Mitte am größten ist und nach dem Rand hin nach dem Gesetz $\Delta = a - br^2$ abnimmt. Diese Form der elastischen Beanspruchung wird ausführlich aus den Gesetzen der Elastizität und den Grenzbedingungen abgeleitet und die einfachere Form der Lösung mit einer allgemeinen Lösung von Clebsch verglichen.

Spektroskopischer Vergleich zwischen den Theorien des starren und des deformierbaren Elektrons; von Karl Glitscher. Auf Grund des Bohrschen Modells

für Wasserstoff und einfach ionisiertes Helium wird mit Anlehnung an A. Sommerfeld die Feinstruktur der wasserstoffähnlichen Spektrallinien berechnet, und zwar, wie sie sich mit dem starren und mit dem deformierbaren Elektron ergibt. Ein Vergleich der gerechneten Größen mit den von Paschen am ionisierten Helium durch Messungen ermittelten spricht durchaus zugunsten des deformierbaren (relativistischen) Elektrons. Auch die Dubletts in der L-Serie der Röntgenspektren lassen sich quantentheoretisch nur erklären, wenn mit dem Lorentz'schen deformierbaren Elektron gerechnet wird. Wie die neueren Arbeiten über die Ablenkung der β -Strahlen, spricht auch diese Arbeit zugunsten des Relativitätsprinzips.

Theoretische Betrachtungen über den Ursprung der schnellsten β -Strahlen; von Hans Th. Wolff. Die Arbeit sucht die Emission schnellster β -Strahlelektronen auf Grund folgender Annahmen zu erklären: Jene umkreisen im Atomkern eine positive Punktladung; bei ihrer Aussendung führen ihnen andere im Kern befindliche Elektronen (am einfachsten als Ring angeordnet gedacht) durch elektrische Abstoßung Energie zu. Aus den angestellten Rechnungen werden hauptsächlich Folgerungen über die quantitative Beschaffenheit des Kernes gezogen.

Anwendung der Vektorrechnung auf die geometrische Optik im bewegten Körpern; von Philipp Frank.

Über einen großen Elektromagnet einfacher Bauart; von The Svedberg. Es wurde das wachsende Bedürfnis, ausgedehnte magnetische Felder zu mäßigem Preise herstellen zu können, hervorgehoben. Es wurde ein Elektromagnet vom Totalgewicht 600 kg mit Polkernen von 147 mm Diameter beschrieben, der infolge Vereinfachungen bei der Konstruktion des magnetischen Kreises wesentlich billiger als ein gleich großer Weißscher oder du Bois'scher Magnet ist. Die Spulen, die als Polspulen angeordnet sind, bestehen aus je 6 konaxialen Teilsulen. Jede Teilsule ist von doppelwandigen Messingmänteln umgeben, die durch Wasserspülung sehr effektiv gekühlt werden. Betriebsleistung 8 KW, Stromstärke 20 Amp., Diameter des blanken Drahtes 2 mm.

Nr. 7, 1917.

Über ein Elektrometer hoher Empfindlichkeit. II; von G. Hoffmann. Fortsetzung einer Arbeit: Annalen d. Phys. 42, S. 1196, 1913. Das im Jahre 1912 konstruierte und in der Folgezeit weiter durchgebildete Instrument gestattet durch elektrostatische Kompensierung der Richtkraft des Suspensionsdrahtes der wirksamen Elektrometerkapazität nicht nur sehr kleine, sondern sogar negative Beträge zu erteilen. Hierdurch gelingt der Nachweis von Ladungen bis herab zu wenigen hundert elektrischen Elementarquanten. Der Arbeit sind mikroelektrische Registrierkurven der Restionisation in kleinen abgeschlossenen Räumen beigelegt zur Erläuterung des Verhaltens des Instrumentes.

Die Absorption der γ -Strahlen; von B. Keetman. Infolge der Streuung der γ -Strahlen sind alle bisher bestimmten Absorptionskoeffizienten an γ -Strahlen Zufallswerte, die von der Größe und Stellung der absorbierenden Platten abhängen. Die gestreuten γ -Strahlen, die weicher sind als die Primärstrahlen, dürfen nicht in die Ionisationskammer eindringen. Die „Umwandlungskoeffizienten“, die die Transformation in sekundäre β - und gestreute γ -Strahlen umfassen, sind größer als die bisher gemessenen „Absorptionskoeffizienten“. — Es wird eine Analyse der härteren γ -Strahlen des Radiums, Mesothors und Radiothors gegeben.

Tropfen und Säulen kristallinischer Flüssigkeiten mit verdrehter Struktur; von O. Lehmann. In engen Kapillaren lassen sich Säulen von tropfbar-flüssig-kristallinem Paraazoxyphenetol erhalten, welche in-

folge geringer Beimischungen von Cholesterylbenzoat oder Abietinsäure schraubenförmige Struktur besitzen. Die Ganghöhe hängt von der Menge des Zusatzes ab. der Windungssinn ist in beiden Fällen entgegengesetzt. Werden beide Stoffe gleichzeitig zugesetzt, so tritt Kompensation der Verdrehungen ein. Die verdrehte Struktur langer Säulen ist ebenso stabil, wie die freischwebender Kristalltropfen, zu welchen sich alle Übergänge herstellen lassen.

Nr. 8, 1917.

Spektralanalytische Untersuchung der Kanalstrahlen von Kohlenstoff, Silicium und Bor; von G. Wendt. Die Kanalstrahlenbilder von Spektrallinien der Elemente C, Si und B wurden untersucht, und an Hand der mitgeteilten Schwärzungskurven wurde wahrscheinlich gemacht, daß die Linien obiger Elemente das einwertige bzw. das zweiwertige positive Atomion zum Träger haben. Durch das Verhalten der untersuchten Linien bei Aufnahmen des Spektrums unter verschiedenen, entsprechend gewählten Bedingungen wurde das obige Resultat bestätigt.

Zur Theorie der Opaleszenzstrahlung; von Eberhard Buchwald.

Über die Emission von Elektronen und positiven Ionen an glühenden Drähten; von W. Hüttemann. Es wurde die Emission von positiven Ionen aus Platin, Wolfram, Tantal und Aluminiumphosphat nach einer neuen Methode bestimmt. Es zeigte sich, daß alle diese Stoffe positive Ionen von Wasserstoffatomen und Molekülen und außerdem noch die entsprechenden Metallionen abgeben. Eine Ionenart mit dem Molekulargewicht = 30 wurde stets gefunden, bei der es zweifelhaft ist, ob sie aus Sauerstoff oder Kohlenoxyd besteht.

Nr. 9, 1917.

Größenbestimmung submikroskopischer Partikel aus optischen und mechanischen Effekten; von Gerda Laski.

Magnetische Momente im Atombau; von L. Vegard.

Bemerkung zu P. Gerbers Aufsatz: Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation; von H. Seeliger.

Zur Theorie der Beugung an metallischen Schirmen; von Paul S. Epstein. Kritik einiger von R. Schachenmeier veröffentlichten Arbeiten über den obigen Gegenstand.

Zur Theorie der Beugung an metallischen Schirmen; von R. Schachenmeier. Von P. Epstein wurde eine Kritik an meinen Beugungsarbeiten¹⁾ veröffentlicht. Dieselbe beruht wesentlich darauf, daß der Ausdruck

$$\cos \left(kr - \frac{2n+1}{2} \pi \right) \\ \sqrt{\frac{1}{2}} \pi kr$$

(n eine beliebige ganze Zahl), mit $r = \infty$ unendlich werden soll. Dies ist jedoch nur für komplexes k richtig, während in meinen Beugungsarbeiten nur reelles k auftritt. Da, wie gezeigt wird, dieser Fehlschluß implicite in der ganzen Kritik enthalten ist, so ist dieselbe auch im ganzen als hinfällig erwiesen. Nach dieser unmittelbaren Widerlegung werden Epsteins Einwände einzeln besprochen und gezeigt, daß die Sommerfeldsche Ausstrahlungsbedingung erfüllt ist, daß keine Singularitäten auftreten, daß die Anwendungen der allgemeinen Theorie auf besondere Gebiete zu Recht bestehen, und daß meine Resultate über Beugung an kleinen Teilchen

nicht, wie Epstein meint, im Gegensatz stehen zu den Arbeiten von Mie u. a., sondern zu denselben eine Ergänzung bilden.

Das Nernstsche Theorem und die Wärmeausdehnung der Stoffe (zweite Mitteilung); von Max B. Weinstein. Der Beweis der ersten Mitteilung, daß aus der Planckschen Darstellung des Nernstschen Theorems nicht notwendig folgt, daß die Wärmeausdehnung der Stoffe im absoluten Nullpunkt der Temperatur Null sein muß, wird auf Nernsts eigne Angabe seines Theorems ausgedehnt.

Über die Töne von Pfeifen mit Querschnittsänderungen; von P. Cermak. Es werden zylindrische und quadratische Pfeifen, die plötzliche Querschnittsänderungen aufweisen, auf ihre Tonhöhe untersucht. Der Zusammenhang dieser Töne mit der Größe und Lage der Querschnittsänderung ergibt einige allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten, die sich durch eine empirische Formel mit guter Annäherung darstellen lassen. Dieselben Gesetzmäßigkeiten finden sich scheinbar überall da wieder, wo an einem Gebilde mit plötzlicher Querschnittsänderung stehende Wellen erzeugt werden. z. B. bei longitudinal erregten Stäben, bei elektrischen Drahtwellen usw.

Bemerkung über das Nernstsche Wärmetheorem; von Paul S. Epstein. Falls die Entropie eines Systems im absoluten Nullpunkt der Temperatur um einen endlichen Betrag kleiner ist als bei Zimmertemperatur, verlaufen bei der Temperatur Null alle Prozesse ohne Entropieänderung. Dieser aus den Hauptsätzen der Wärmelehre gezogenen Folgerung widerspricht eine von M. B. Weinstein vorgeschlagene Abänderung des Nernstschen Wärmetheorems.

Über ein stabiles Kristallgitter; von R. Schachenmeier. Die Arbeit versucht in die Dynamik der Kristallgitter einzudringen mittels Heranziehen der neueren Gravitationstheorien und damit zugleich eine Prüfung derselben auf anderen Erscheinungsgebieten als dem astronomischen vorzubereiten. Es wird ein stabiles Kristallgitter angegeben. Bei demselben sitzen die Masseteilchen in den Schnittpunkten der Knotenflächen dreier Scharen von stehenden Gravitationswellen. Dieses mechanische System besitzt die elastischen Eigenschaften der entsprechenden Kristalle. Über einige physikalische Konstanten (elastische, thermische, thermochemische) gibt die Theorie Aufschlüsse, die sich an dem vorhandenen experimentellen Zahlenmaterial im ganzen bestätigt finden. Die thermische Ausdehnung folgt unmittelbar aus den Eigenschaften des Kristallgitters.

Nr. 10, 1917.

Widerstand, Peltierwärme und elektrische Nachwirkung außerhalb und in einem Magnetfelde, besonders in kristallisiertem Wismut; von G. Borelius und A. E. Lindt. Der Widerstand und besonders seine Änderung im Magnetfelde stimmt mit den gemachten Ansätzen gut überein. Peltierwärme und Thermokraft zeigten, daß die Thermoelektrischen Hauptachsen mit den Kristallographischen und den Hauptwiderstandsachsen nicht zusammenhielten, was vermutlich Spannungen im Schmelzstücke beim Erstarren zuzuschreiben ist. Die Nachwirkung, zu deren Messung der Helmholtzsche Pendelunterbrecher in neuer Konstruktion ausgeführt wurde, ergab sich unter Berücksichtigung der schiefen Lagen der Thermoelektrischen Hauptachsen mit einer neulichst von Heuslinger gegebenen Theorie, deren Folgerungen für den vorliegenden Fall abgeleitet wurden. im Einklang.

Luftelektrische Messungen auf Teneriffa; von W. Buchheim und H. Dember. Dember hatte früher Parallelismus der Ionenzahlen der Atmosphäre mit der Sonnenstrahlung nachgewiesen, wobei sich jedoch über etwaigen Miteinfluß wechselnder Luftfeuchtigkeit nicht

¹⁾ Zur math. Theorie d. Beugung an Schirmen von beliebiger Form. Karlsruhe 1914. Ann. d. Phys. 45, 1109, 1914; 46, 1009, 1915.

bestimmt entscheiden ließ. Auf dem Pik von Teneriffa war bei dort vorhandener Geringfügigkeit des Wasserdampfgehaltes und sehr geringen Schwankungen desselben tagsüber feststellbar, daß Schwankungen der relativen Feuchtigkeit *nicht* als Ursache des Parallelismus der positiven Ionisation der Atmosphäre mit der Sonnenstrahlung mit sprechen, diese vielmehr allein der Wirkung des ultravioletten Lichtes verdankt wird. — Weiterhin zeigte sich, daß die Gase, welche den wasserdampffreien Blaslöchern des Kraters entströmen, einen zehnfach so großen Ionengehalt besitzen, wie die gewöhnliche Atmosphäre, nämlich bis zu 19 000 Ionen cm^{-3} .

Über eine einfache Berechnung und geometrische Deutung der gastheoretischen Funktionaldeterminante; von H. Rothe. Stoßen zwei elastische Kugeln bei kräftefreier Translationsbewegung aufeinander, so sind ihre sechs Geschwindigkeitskomponenten nach dem Stoß Funktionen derselben Größen vor dem Stoß; die dadurch gegebene Funktionaldeterminante ist für die kinetische Gastheorie von Bedeutung. Diese Arbeit enthält eine direkte elementare Berechnung der genannten Determinante, sowie eine einfache geometrische Deutung derselben, aus der sich ihr Wert ohne Rechnung ergibt.

Zur Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation; von S. Oppenheim. Die kurze Mitteilung ist ein Auszug aus der im Jahre 1903 veröffentlichten Programmarbeit des Verfassers „Kritik des Newtonschen Gravitationsgesetzes“. — Sie enthält eine Kritik der von P. Gerber im Jahre 1898 aufgestellten Theorie der Gravitation, auf deren Grundlage dieser die Frage nach der anomalen Perihelbewegung des Merkur vollständig zu lösen imstande war. — Die Veranlassung zu dieser Neuveröffentlichung der Kritik war der schon in den Annalen für Phys. u. Chemie durchgeführte Neudruck der Abhandlung P. Gerbers.

Elektrische Doppelbrechung in binären Flüssigkeitsgemischen; von C. Bergholm. Mit der Mischungsformel, die nach Langevins Theorie elektrischer Doppelbrechung berechnet wird, kann die elektrische Doppelbrechung in binären Flüssigkeitsgemischen qualitativ erklärt werden. Quantitative Übereinstimmungen bestehen nur bei einigen Mischungen. Für die meisten Mischungen ist die experimentell gefundene Kerrkonstante das arithmetische Mittel der nach der Mischungsformel und der nach der Additivregel berechneten Kerrkonstante.

Nr. 11, 1917.

Einige Untersuchungen über Brownsche Bewegung an einem Einzeltteilchen; von R. Fürth. Die Brownsche Bewegung eines Einzeltteilchens in einer Flüssigkeit wird durch Beobachtung der zur Zurücklegung einer bestimmten Verschiebung notwendigen Zeit untersucht, mit und ohne Einfluß der Schwerkraft und bei ungehinderter Bewegungsfreiheit, sowie in der Nähe einer festen Wand. Letztere Erscheinung liefert eine neue Methode zur Bestimmung der Loschmidtschen Zahl (es ergibt sich $64 \cdot 10^{22}$), ferner lassen sich auf sie die Erscheinungen der Konzentrationsschwankungen übertragen. Theorie und Experiment stimmen durchweg überein.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation. Bemerkungen zur gleichnamigen Abhandlung von P. Gerber; von M. von Laue. Die Notiz enthält den Nachweis, daß P. Gerbers Ausdruck für das Gravitationspotential mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit der Gravitation nichts zu tun hat, daß überdies die ganze Behandlung der Planetenbewegung durch Gerber unge-

eignet ist, den Einfluß einer solchen Geschwindigkeit darzutun.

Über den inneren Aufbau von Gleitbüscheln und die Gesetze ihrer Leuchtfäden; von Max Toepler. Die photographische Gleitspur um einen Gleitpol auf rückwärts vollbelegter Glasplatte, erhalten bei plötzlichem Anlegen konstanter Spannung (P in kV), besteht aus einem Kreisbüschel (Radius R_{cm}) um den Pol und der erst bei höheren Spannungen hinzutretenden eigentlichen Gleitfigur. Es gilt für das Polbüschel: $\text{neg. } P - 2,5 = 11,5 \cdot R$ u. $\text{pos. } P = 6,0 \cdot R$ fast unabhängig von der Glasdicke (a zwischen 0,1 und 1,7 cm). Die positive Gleitfigur ist unregelmäßig gebaut; die negative besteht aus perlchnurartigen Aneinanderreihungen von einzelnen Büscheln (Kreissektoren), für deren Radius $l = 4,22 \cdot \sqrt{a}$ gilt. Der negative Elektrizitätserguß erfolgt also in *regelmäßigen* Wachstumsstufen, der Durchbruch einer neuen Stufe wird eingeleitet durch den Übergang eines Leuchtfadens in einen Funken; dieser tritt ein, wenn in den Leuchtfäden eine bestimmte Elektrizitätsmenge geflossen ist. Photogramme dienen zur Erläuterung.

Drei optisch-meteorologische Beobachtungen; von H. Dember und M. Uibe.

Bemerkung zu einer Arbeit von Adolf Böhi über ein Verfahren zur Messung der absoluten Potentialdifferenzen, welche beim Kontakt beliebiger Leiter auftreten; von G. Borelius.

Zur Theorie des Rotationsspektrums. (Zweite Mitteilung); von M. Planck. Während in der ersten Mitteilung die Drehungsachse der rotierenden elektrischen Dipole als fest angenommen waren, werden hier die Gesetze der Absorption frei rotierender Dipole abgeleitet unter der Voraussetzung, daß für die Absorption die Sätze der klassischen Elektrodynamik zutreffen. Sodann werden die gewonnenen Ergebnisse mit den Resultaten der vorliegenden Messungen verglichen.

Nr. 12, 1917.

Die Beugungswelle in der Kirchhoffschen Theorie der Beugungserscheinungen; von A. Rubinowicz.

Untersuchungen über die Absorption harter Röntgenstrahlen in Gasen; von Minna Lang. Das Additivgesetz der Absorption gilt nur für Gasgemische, nicht für Gasverbindungen. Für verschiedene

Gase konvergieren die Quotienten $\frac{\mu_1/Q_1}{\mu_2/Q_2}$, die Massenabsorptionskoeffizienten, mit wachsender Härte gegen 1. Bei schweren Gasen bleibt die Absorption bei niederen Partialdrücken hinter dem Druck zurück. Es wurde die Strahlungsverteilung eines technischen modernen Röntgenrohres nach einer „Standardmethode“ untersucht. Für einige radioaktive Substanzen wurde die Existenz einer K -, L - und M -Charakteristik erbracht und die vermutlichen Feldkräfte radioaktiver Atome berechnet.

Die Lichtstärke des schwarzen Körpers in Hefnerkerzen und die Strahlungskonstanten der Glühlampenkohle; von H. Kohn.

Nr. 13, 1917.

Über Ionisationsmessungen im Geißlerrohr; von Erich Rumpf. Mit Hilfe von Querströmen wird auf Grund einfacher Annahmen über Oberflächenionisation die Zahl der in der Raum- und Zeiteinheit im Geißlerrohr erzeugten Ionen berechnet. Es wird die Abhängigkeit von Druck und Stromstärke untersucht. Die Messungen werden in Luft und H_2 durchgeführt und vorwiegend für das negative Glimmlicht berechnet.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 25.

21. Juni 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Seefahrtsbeobachtungen zur Geographie des atlantischen Ozeans. Von *Dr. B. Brandt, Belgig i. Mark.* S. 365.

Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der Protistenforschung. Von *Prof. Dr. Max Hartmann, Berlin-Dahlem.* (Schluß). S. 368.

Besprechungen:

Weyl, Hermann, Raum — Zeit — Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie. Von *A. Einstein, Berlin.* S. 373.

Trautz, Max, Praktische Einführung in die allgemeine Chemie. Von *Alfred Coehn, Göttingen.* S. 373.

Ramsay, Sir William, und George Rudorf, Die Edelgase. Von *J. Koppel, Berlin-Pankow.* S. 374.

Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner, Biologen und Psychologen. Von *Leon Asher, Bern.* S. 375.

Wiesent, Johannes, Repetitorium der Experimentalphysik für Pharmazeuten, Mediziner und Studierende der Naturwissenschaften. Von *Leon Asher, Bern.* S. 376.

Deutsche ornithologische Gesellschaft:

Die Gattung *Dendrocycna*. Europäische Kleiber. Bastard zwischen Birkhahn und Moorschneehenne. Einfluß des russischen Winters auf die Vogelwelt. Bastarde und Farbenänderungen der Waldhühner. Habichte und Loris aus dem papuanischen Gebiet. S. 376.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Geographische Zeitschrift; 1917, H. 2, 3, 5, 8, 9, 12; 1918, H. 1 und 2/3. S. 378.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Raum — Zeit — Materie

Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie

Von

Hermann Weyl

Preis M. 14.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 3.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Postzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050–53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

* Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie

Mit besonderer Berücksichtigung der Praxis und der Anforderungen in Navigationsschulen

Von **Joseph Krauss**

Lehrer an der Seefahrtsschule in Lübeck

1917 — Preis gebunden M. 5.—

* Grundzüge der astronomischen Zeit- und Ortsbestimmung

Von Dr. **W. Jordan**

Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten — 1885 — Preis M. 10.—

* Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis

Von **Paul Seliger**

Vermessungsdirigent in der Kgl. Preussischen Landes-Aufnahme

I. Teil — Mit 111 Textfiguren — 1911 — Preis M. 7.—; gebunden M. 8.—

* Die Landmessung

Ein Lehr- und Handbuch Von Dr. **C. Bohn**

Professor der Physik und Vermessung an der Kgl. Bayr. Forstschule in Aschaffenburg

Mit 370 in den Text gedruckten Holzschnitten und 2 lithographischen Tafeln — 1886

Preis M. 22.—; geb. M. 23.20

* Die Theorie der Beobachtungsfehler und die Methode der kleinsten Quadrate mit ihrer Anwendung auf die Geodäsie und die Wassermengen

Von Professor **Otto Koll**

Geheimer Finanzrat und vortragender Rat im Kgl. Preuß. Finanzministerium

Zweite Auflage — Mit in den Text gedruckten Figuren — 1901

Preis M. 10.—; gebunden 11.20

* Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher auf geheftete 20%, auf gebundene 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

21. Juni 1918.

Heft 25.

Seefahrtsbeobachtungen zur Geographie des Atlantischen Ozeans.

Von Dr. B. Brandt, Belgig i. Mark.

Den im Hefte 14 über das Meerleuchten und seine geographische Verbreitung mitgeteilten Beobachtungen lasse ich im Folgenden eine Anzahl weiterer Seefahrtswahrnehmungen folgen. Abgesehen von einigen kasuistischen Beiträgen handelt es sich um zahlenmäßig niedergelegte Beobachtungsreihen, welche in überraschend deutlicher Weise die großen auf dem Meere wirksamen physikalischen Erscheinungen und Vorgänge in ihrer geographischen Verteilung veranschaulichen. Sie können gewissermaßen als einfache praktische Beispiele Lehrbuch und Atlastafel ergänzen, in denen die auf Tausenden von Beobachtungen beruhenden mittleren Verhältnisse dargestellt sind. Sie zeigen auch, daß es dem einzelnen Seereisenden sehr wohl möglich ist, einen tiefen Blick in die großen unseren Planeten beherrschenden Gesetze zu tun.

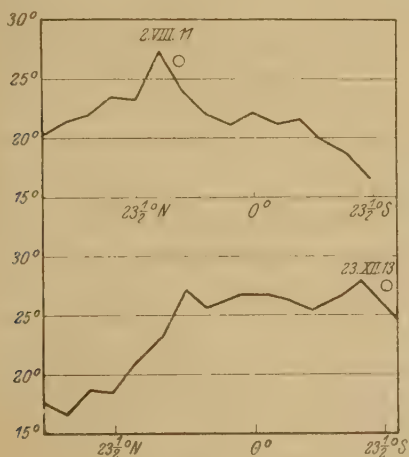


Fig. 1.

I. *Luftwärmegürtel*. In Fig. 1 sind die Tagesmittel der Luftwärme während zweier annähernd meridional durch den Atlantischen Ozean verlaufender Reisen in Kurven dargestellt. Auf der Abszisse sind die Grade der Breite, auf der Ordinate die Wärmegrade abgetragen. Die obere Kurve betrifft eine im Juli unternommene Reise nach Swakopmund, die untere eine im Dezember angetretene Reise nach Rio de Janeiro.

Im Nordsommer ist der Gürtel tropischer Temperatur natürlich nordwärts verschoben, im Nordwinter ist das Umgekehrte der Fall. Der Übergang aus dem Nordwinter in den Südsommer (untere Kurve) ist viel jähler als der aus dem

Nordsommer in den Südwinter (obere Kurve). Die Maximaltemperaturen liegen in der Nähe der durch einen Kreis angezeigten Sonnenhöchststände. Während im zweiten Falle der Punkt höchster Wärme die Kurve nicht nennenswert überragt, hebt sie sich im ersten zu beträchtlicher Höhe empor. In beiden Erscheinungen spricht sich der Gegensatz des mehr exzessiven Klimas der nördlichen Halbkugel und des gleichmäßigeren der Südhalbkugel aus. Die Kurven zeigen ferner, daß die mittlere Wärme an der brasilianischen Küste erheblich höher ist als an der afrikanischen. Denn diese wird fast in ihrer ganzen Länge von äquatorialgerichteten, kühlen Strömungen bespült, jene dagegen von polargerichteten warmen. Auf der Reise nach Brasilien machen sich deshalb die Unbequemlichkeiten der Tropen in viel höherem Maße geltend als auf einer solchen nach Afrika. Dies ist erfahrungsgemäß stets der Fall, besonders aber, wie hier, im Nordwinter, während man auf einer Sommerreise nach Südafrika die Tropen kaum lästig empfindet. Die in der oberen Kurve veranschaulichte Reise fiel in den sehr heißen Sommer 1911; infolgedessen trat der Charakter des tropischen Klimas fast gar nicht hervor.

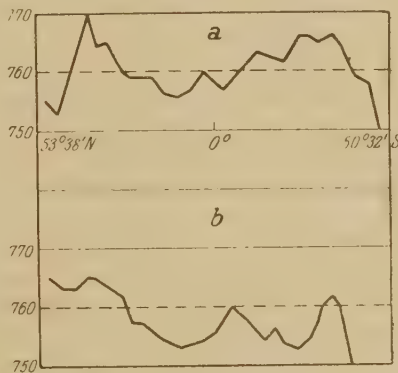


Fig. 2.

II. *Luftdruckgürtel*. In Fig. 2a wurden die Tagesmittel des Luftdrucks während einer in den August und September fallenden mehr als 100 Grade der Breite umspannenden Reise nach der Magellanstraße zusammengestellt.

Die beiden Erhebungen der Kurve geben die nord- und die südantlantische Antizyklone deutlich wieder, das dazwischen liegende Tal ist der äquatoriale Gürtel niedrigen Luftdruckes. Im Nordsommer ist der nördliche Gürtel hohen Luftdruckes verkleinert und durch Bezirke niedrigen Druckes über den Kontinenten unterbrochen, während sich um die Südhalbkugel ein breites Band hohen Druckes schlingt. Die Begünstigung der

letzteren spiegelt sich in der größeren Ausdehnung und dem höheren Durchschnittswerte der süd-atlantischen Kurvenenerhebung wieder.

Als das Schiff auf der Heimreise den gleichen Weg im November und Dezember zurücklegte, waren die umgekehrten Luftdruckverhältnisse des Nordwinters schon angedeutet. Das für diese Jahreszeit charakteristische Sinken des Druckes in den Äquatorialgebenden tritt in der Kurve der Fig. 2b deutlich hervor, ebenso das Vorwiegen der nordatlantischen Antizyklone. Der Schiff-fahrtsweg schneidet um diese Zeit nur das Rand-gebiet der geschrumpften südatlantischen Anti-zyklone; das erklärt die geringe mittlere Höhe des entsprechenden Kurvenabschnittes und seine sek-undären Einbuchtungen.

III. *Zyklonen.* Stürme auf See ermöglichen dem Reisenden, sich das Wesen der Zyklone klar zu machen. In Fig. 3a sind die Beobachtungen während eines schweren Sturmes in der Biscaya-bucht zeichnerisch dargestellt. Auf dem langen Pfeile, welcher den Kurs veranschaulicht, sind in regelmäßigen Abständen die vierständlichen Wet-terbeobachtungen eingetragen. Der Luftdruck sinkt von 746 auf 739, um sich dann wieder zu erheben. Der Wind, der zuerst aus SSW weht, geht später, erst zunehmend, dann abflauend, gegen den Uhrzeiger in mehr östliche Richtungen über. Der anfänglich klare Himmel bewölkt sich stark; nach dem Passieren des Minimums setzt Regen ein. Diese Erscheinungen geben in ihrer Gesamtheit ein so gut wie vollständiges Bild der typischen Zyklone der nördlichen Halbkugel. (Vgl. die Abb. 48 in *S. Günther*, Handbuch der Geophysik, II, S. 213.)

Die wesentlichste Eigenschaft einer südhemis-phärischen Zyklone, das Einschießen des Windes in der Richtung mit dem Uhrzeiger, veranschau-licht Fig. 3b. Hier wurde nordwestlich von Kap-stadt ein örtlich beschränktes Gebiet niederen Druckes in südsüdöstlichem Kurse durchquert.

IV. *Seegang und Dünung.* Die nachhaltige Wirkung eines Sturmes auf die Meeresoberfläche in Gestalt der Dünung veranschaulicht der fol-gende Tagebuchauszug:

Datum	Wind (Richtung- und Stärke)	Seegang (Richtung und Stärke)	Bemerkungen
4. 2. 1912	WSW 8 WSW 6	WSW 8 WSW 8	Sehr hohe See
5. 2. 1912	SO 3 SO 2/3	WSW 7 WSW 7	Dünung

Obwohl am 5. Februar der Wind aus SO weht, wird das Meer ausschließlich von starker WSW-Dünung aufgewühlt. Sie ist die Folge des am vorhergehenden Tage aus dieser Richtung wehen-den stürmischen Windes. Die portugiesische Küste, von der diese Beobachtungen stammen, und ihre nördliche Fortsetzung, die Biscayabucht, sind

besonders ausgezeichnete Kampfstätten von Wind-see und Dünung, weil sie den Wirkungen auch ferner westlicher Stürme erreichbar sind.

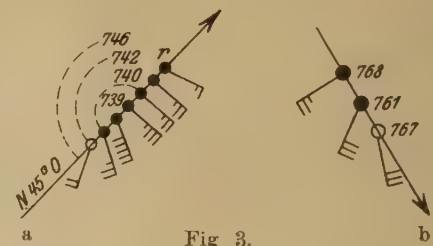


Fig. 3.

V. *Passate und Kalmen.* Neben der Wärme-steigerung in der Tropenzone sind die Passat-winde die auffälligsten Züge im Antlitz der Oze-ane, ganz besonders des Atlantischen. Auf der er-wähnten Reise nach Rio de Janeiro war das Ver-halten beider Passate und der mit ihnen im Zu-sammenhange stehenden Umstände überaus regel-mäßig ausgeprägt, wie der nachstehende Tage-buchauszug erweist:

Datum und Schiffsort	Wind Wind- stärke	Tages- mittel des Luft- drucks	Mittlere Bewöl- kung Wetter	Bemerkungen
17. 12. 1913	NOzO	765,3	4	
18. 12. 1913	NOzO 3/2			
7° 53' N	4	764,3	5	Passatwetter
28° 22' W	4			
	3/4			
	3			
19. 12. 1913	Mallung		Regen- böen	Kabelungen
3° 25' N	SO 4	763,0	6/7	
29° 44' W	4			
	4			
	4/5			
20. 12. 1913	SO 4/5	764,2	5	Frischer Passat

Zunächst ist auch hier wieder ein leichtes Ge-fäll des Luftdrucks von Norden und von Süden her nach dem Gleicher hin zu bemerken; es fällt ungefähr mit dem Übergehen des Nordost- in den Südostpassat zusammen. Bis zum 18. 12. mitter-nachts wehte beständig eine mäßige Brise aus NOzO. Am 19. 12. vormittags setzte ein ebenso gleichmäßiger Südost ein. Vorher und nachher finden sich die Bemerkungen Passatwetter bzw. frischer Passat, welche besagen, daß alle zu diesem Begriffe nötigen Umstände gut ausgeprägt waren. Während des Überganges aus einem Passat in den anderen war der Wind unbestimmt und böig und rief eine wirre und kabbelige See hervor. Der vorher und nachher wolkenarme Himmel umzog sich mehr und es fielen kurze, heftige Regengüsse. Der deutsche Seemann sagt „es mallt“ und faßt

in dem Ausdrucke „Mallung“ alle Wettererscheinungen zusammen, welche die gemeinsame Grenze der beiden Passatgürtel auszeichnen; wir benutzen das weniger zutreffende Fremdwort Kalmen. Besonders merkwürdig an dem angeführten Beispiel ist die außerordentlich geringe Breite des Kalmengürtels, der sich nur über vier Fahrstunden erstreckte. Das ist keineswegs die Regel. Gewöhnlich macht sich die Mallung einen ganzen oder mehrere Tage lang bemerkbar. So in dem folgenden Auszuge, der auch besonders deutlich den Kampf der Passate und die Abhängigkeit der Regenfälle von westlichen Winden zeigt.

Datum und Schiffsort	Windrichtung	Tagesmittel des Luftdrucks	Bemerkungen
27. 8. 1912 20° 11' N 20° 56' W	↘ ↘ ↘ ↘ ↘	759,3	Passatwetter
28. 8. 1912 15° 31' N 23° 34' W	← ← ← → ↖ veränderlich	756,1	Regenschauer
29. 8. 1912 11° 7' N 25° 42' W	↘ ← → ↘ ↘ ↘	755,9	Anhalt. Regen Anhalt. Regen
30. 8. 1912 6° 53' N 26° 53' W	↘ ↘ ↘ ↘ ↘	756,8	Regen Frischer Passat

Die Breitenausdehnung des Mallungsgürtels und seine den Jahreszeiten entsprechende Wanderung veranschaulicht die folgende sieben Beobachtungen enthaltende Tabelle. In jeder linken Reihe

	27./28. Nov. 1912	19. Dez. 1913	5. Jan. 1913	21. Jan. 1913	25. Jan. 1914	5./8. Aug. 1911	28./30. Aug. 1912
20°N							
15°N						20	
10°N						12	15
5°N	6					10	8
0°	4	4	3	3	0	1	0
	0				0	0	0

zeigt die obere Zahl die Südgrenze des Nordostpassates, die untere die Nordgrenze des Südostpassates an. In jeder rechten Reihe sind auf dieselbe Weise die Grenzen der Kalmenregen angegeben.

VI. *Passatstaub.* Anfang Dezember 1912 befand sich der von der Magellanstraße heimkehrende Dampfer zur günstigsten Jahreszeit in dem Gebiete sehr häufigen Auftretens von Staubfällen zwischen den Kapverden und den Kanaren. Am 2. 12. war in 19° 52' N und 20° 11' W (westlich Kap Blanco) bei Nordostpassat klarer Himmel. Am Mittage des folgenden Tages machte sich eine auffallende Trübung der Luft bei östlichem Winde bemerkbar. Abends bedeckte sich die Luvseite des Schiffes mit einer dünnen Schicht sehr feinen zimtfarbenen Staubes.

In der äußeren Zone des Staubfallgebietes, westlich von den Kanarischen Inseln, beobachtete ich wiederholt bei östlichem, jedoch auch bei auflandigem Winde prächtige Dämmerungserscheinungen, die offenbar mit der stauberfüllten Atmosphäre zusammenhingen.

VII. *Meeresströmungen.* Der Unterschied zwischen dem aus Kurs und Fahrtgeschwindigkeit errechneten und dem auf Sonnenbeobachtung und Zeitvergleichung beruhenden wahren Schiffsort ergibt die Abtrift des Schiffes durch Wind und Meeresströmung. In Gebieten regelmäßer Winde und gleichmäßigen Wetters wie in den Passatregionen ist diese in umso höherem Maße den Strömungen zuzuschreiben, wenn sie der herrschenden Windrichtung widerspricht. Ein Beispiel hierfür bietet der nächste Tagebuchauszug, welcher die einschlägigen Verhältnisse innerhalb der Reise nach Rio de Janeiro wiedergibt. In der Reihe 3 ist die Besteckversetzung nach Kompaßgraden und Seemeilen angegeben. Daneben ist ihre Richtung durch Pfeile veranschaulicht.

Datum 1913	Breite	Besteckversetzung	Bemerkungen
17. 12.	12° 27' N	S 54° W 9,7	↘
18. 12.	7° 53' N	S 20° W 18,5	↘
19. 12.	3° 25' N	S 25° O 12	↘
20. 12.	0° 42' N	N 75° W 28	↖
21. 12.	4° 48' S	S 87° W 6	←
22. 12.	9° 8' S	S 15° W 11,4	↘
23. 12.	13° 40' S	S 15° W 11,4	↘
24. 12.	18° 65' S	S 16° O 13,6	↘

Im nördlichen Teile des Reiseabschnittes (17. und 18. 12.) entspricht sie dem Nordostpassate; hier ist die von ihm hervorgerufene Nordpassattrift wirksam. Am 20. und 21. ist die Versetzung nordwestlich bzw. westlich; hier äußert sich die Südpassattrift, die Folge des Südostpassates. In der mehr südlichen Richtung am 22., 23. und 24. spricht sich der durch den Kontinent abgelenkte Zweig des Brasilstromes aus. Zwischen beiden Hauptströmungen zeigt sich am 19. eine Versetzung in mehr südöstlicher Richtung, das Ergebnis

der mehr oder weniger östlich setzenden Guinea-gegenströmung. Ihre Abgrenzung gegen die Passatströme zeigen die mehrfach notierten lokalen Stromkabelungen an.

Kühle Strömungen können sich, abgesehen von der Besteckversetzung, auch durch ihre Temperatur bemerkbar machen. Während die Wasserwärme besonders in den tropischen Meeren im allgemeinen höher ist als die der Luft, ist im Bereiche kühler Strömungen das Umgekehrte die Regel. Daher zeigt der Vergleich der während der Reise nach Swakopmund notierten Luft- und Wassertemperaturen deutlich dieselben Strömungen, die oben aus der Besteckversetzung anschaulich gemacht werden konnten:

Datum 1911	Breite	Länge	Tagesmittel der	
			Luft- temperatur	Wasser- temperatur
31. 7.	30° 29' N	14° 18' W	22,3	> 21,5
2. 8.	25° 3' N	17° 4' W	23,8	> 21,7
3. 8.	20° 20' N	17° 57' W	23,3	> 23,2
4. 8.	15° 20' N	17° 42' W	27,7	> 27,0
5. 8.	10° 41' N	17° 18' W	24,2	< 25,5
6. 8.	7° 3' N	14° 3' W	22,6	< 25,7
7. 8.	3° 28' N	10° 51' W	21,1	= 21,1
8. 8.	0° 11' N	7° 54' W	21,5	> 21,3
9. 8.	3° 5' S	4° 38' W	21,3	> 20,6
10. 8.	6° 25' S	2° 5' W	21,4	> 20,9

VIII. *Biologische Gürtel*. Auch die über die Tierwelt gesammelten Beobachtungen spiegeln in ihrer Zusammenstellung aufs klarste die Gürtelgliederung des Ozeans wieder. Am deutlichsten war dies ersichtlich aus den Notierungen über das häufigste auf See sichtbare Tier, den fliegenden Fisch. Die nördlichsten bzw. südlichsten Vorkommen entsprechen ziemlich genau den von G. Schott in seinem Werke *Geographie des Atlantischen Ozeans* auf Tafel XXVI angegebenen Grenzen und auch ihre jahreszeitliche Verschiebung nach dem jeweils der Sonne zugänglichen Pole konnte festgestellt werden. Ähnliches gilt für die eigentümliche subpolare Vogelwelt des Südatlantiks. So wurde der Albatroß im Südwinter schon beträchtlich innerhalb der Tropenzone gesichtet, am 5. 9. 1912 in 19° 8' S in den brasilischen Gewässern, am 13. 8. 1911 sogar in 15° 44' N westlich der Mossamedes-Küste. Die letztangeführte Beobachtung dürfte ein seltenes äußerstes Vorkommen beweisen, denn der Ort liegt schon erheblich nördlich von der von Schott gezeichneten Südwinteräquatorialgrenze. Ein Fregatvogel wurde innerhalb seines Verbreitungsgebietes am 2. 1. 1912 in 9° 51' N und 39° W mitten auf dem Ozean gesichtet.

Zahlreiche Wahrnehmungen über Wale ordnen sich genau in Schotts Walgründe (a. a. O. Seite 259) ein. Außerhalb dieser Bezirke wurde einmal vor der La Platamündung ein im Brasilstrom treibender toter Wal angetroffen. Er glich,

hoch aus dem Wasser ragend, von ferne gesehen, einem von Möven umschwärmten Felsriffe, doch umgab ihn statt eines Brandungsgürtels weithin geölte ruhige See. Diesem Triftkörper sei der Seltenheit wegen ein anderer hinzugefügt, obwohl er außerhalb des Atlantiks, nämlich in der Peruströmung, gesichtet wurde. Es war ein toter, flach an der Oberfläche treibender Orthogoriscus von riesiger Größe. Der Durchmesser dieses rundlichen, scheibenförmigen, fast nur aus einem Kopfe bestehenden Fisches wurde von den Beobachtern auf etwa 3 Meter geschätzt.

Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der Protistenforschung.

Von Prof. Dr. Max Hartmann, Berlin-Dahlem,
Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie.

(Schluß.)

Befruchtung und Sexualität. Die einzige Hypothese, die, soweit ich die Verhältnisse überblicken kann, mit den bis jetzt vorliegenden Tatsachen im Einklang steht, und der Befruchtung als elementarer Lebenserscheinung gerecht wird, ist die schon vor ca. 30 Jahren von Bütschli (1887—89) zuerst geäußerte Sexualitätshypothese, die später unabhängig von ihm Schaudinn (1904) aufgestellt und Prowazek und Hartmann (1909) weiter ausgebaut haben¹⁾. Nach dieser Auffassung ist gewissermaßen jede Protisten- und Geschlechtszelle (ja jede Zelle überhaupt) *hermaphrodit* oder *bisexuell*.

¹⁾ Neun Jahre nach der Veröffentlichung Schaudinns, sieben Jahre nach seinem Tode, erklärt Doflein (1913), daß er selbst unabhängig davon dieselben oder ähnliche Gedankengänge gehabt habe. In seinem Lehrbuch (1909, 1911, 1916) gibt er eine in historischer wie sachlicher Hinsicht schiefe Darstellung derselben. So hat Bütschli nicht daran gedacht, der männlichen, hauptsächlich die Bewegungserscheinungen vermittelnden Gruppe von Substanzen eine leichter flüssige Konsistenz zuzuschreiben. Ist doch gerade umgekehrt das Achromatin, das Bütschli dabei gemeint hat, eine zähflüssigere Substanz und zeigen die neueren Untersuchungen doch unzweideutig, daß die Zellelemente, die hier in Frage kommen (Zentren, Kernspindel, Geißel), sogar direkt im Gelzustande sich befinden. Wenn Doflein seine Darstellung als eigene dritte Theorie hinstellt, zustande gekommen „durch Vereinigung der Hauptpunkte beider Theorien (gemeint ist die R. Hertwigs und Schaudinns) mit Gedankengängen Bütschlis“, so ist demgegenüber folgendes zu bemerken: Einmal kann von einer Verbindung mit der Hertwigschen Theorie gar keine Rede sein, denn das Grundprinzip derselben steht in vollem Gegensatz zur Schaudinnschen Auffassung. R. Hertwigs Standpunkt ist, wie er selbst noch 1912 betont, mit der Anschauung Schaudinns unvereinbar. Das einzig Gemeinsame ist, daß man auch mit der Sexualitätshypothese von Bütschli und Schaudinn eine physiologische Notwendigkeit der Befruchtung erklären könnte. Aber auch durch eine Vereinigung der Anschauungen von Schaudinn und Bütschli kann keine neue dritte Theorie entstehen; denn die Gedankengänge der beiden Autoren sind, wie ich schon 1909 ausgeführt habe, völlig identisch.

Durch das Überwiegen des einen oder des anderen Faktors wird eine Zelle männlich oder weiblich in bezug auf eine andere Zelle, bei der der entgegengesetzte Faktor überwiegt. Soweit sich auch morphologisch eine geschlechtliche Differenzierung aufzeigen läßt, kann als *männlicher Zellpartner* die *Teilungskomponente* angesprochen werden, als *weiblicher* entsprechend dem Reichtum der weiblichen Gameten und Geschlechtszellen an Reservestoffen und Assimilationsprodukten das *trophische Kernmaterial*. Eine solche sexuelle Verschiebung der beiden Zellfaktoren kann *ohne* vorhergehende Alterserscheinungen *potentiell jederzeit* eintreten, z. B. durch eine Zell- oder Kernteilung oder durch verschiedenartige äußere Einwirkungen auf zwei getrennte Kerne oder verschiedene Zellteile. Damit wären auch die Fälle von autogamer Befruchtung ohne weiteres erklärbar. Die weiblichen und männlichen Sexualzellen sind jedoch nicht *rein, absolut* männlich oder weiblich, sondern nur *rela-*

kernen (*Parthenogamie*), sowie zwischen zwei vegetativen Zellen desselben Organismus (*Pseudogamie* oder *Somatogamie*, speziell bei den Basidiomyceten und Uredinen verbreitet) auf keine Schwierigkeiten. Bütschli und Schaudinn haben in ihren kurzen Mitteilungen diese Relativität nicht genügend hervorgehoben. Die neueren Befunde über Automixis zwingen kurzweg zu der Annahme einer solchen.

Die Relativität der Sexualität stellt somit einen wichtigen Teil der Sexualitätshypothese dar, und sie vermag eine Reihe von Tatsachen zu erklären, denen keine andere Hypothese gerecht wird.

Man kann die hier kurz entwickelte Sexualitätshypothese auch in der Sprache der modernen Vererbungslehre ausdrücken, indem man sagt: Jede Geschlechtszelle (wie Protistenzelle) hat sowohl die vollständigen männlichen wie weiblichen Anlagekomplexe oder *Potenzen* (bei diploiden Zellen sind sie natürlich doppelt vorhanden). Dadurch, daß die einen Anlagekomplexe gefördert, die anderen gehemmt werden, kommt es zu einem Überwiegen der männlichen oder weiblichen *Tendenz* der Zelle. Diese Verschiebung der Tendenz bei gleichen Potenzen kann, wie für viele niedere Organismen wohl mit Recht angenommen werden muß, durch verschiedenartige

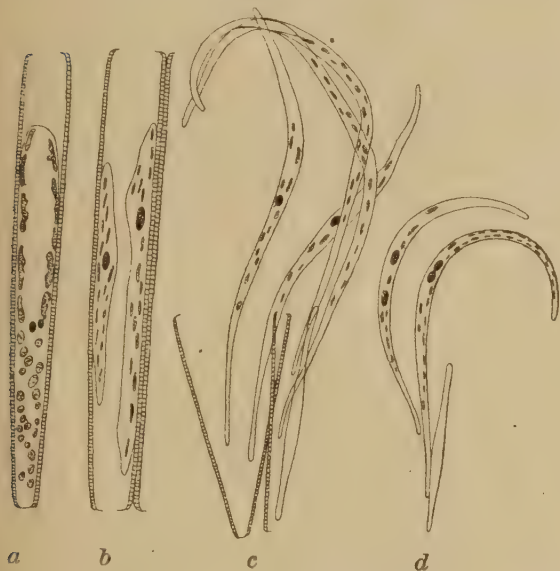


Fig. 5. a—d *Synedra affinis* in verschiedenen Stadien der Parthenogamie. a Erste Kernteilung in der Diatomee; b Teilung in 2 einkernige Zellen (Gameten); c dieselben wachsen zu Auxosporen aus; d in jeder Gamete sind durch nochmalige Kernteilung 2 Kerne entstanden (links), die hierauf sofort wieder verschmelzen (rechts). Nach Karsten aus Oltmanns, 1904.

ativ, besitzen also doch noch ihren hermaphroditen Charakter nur in gestörtem Verhältnis. Daß dem so ist, beweist ohne weiteres das Vorkommen von Parthenogenesis und *Parthenogamie*, das ist die autogame Befruchtung innerhalb einer weiblichen Zelle durch Verschmelzung von Gametenkern und Reduktionskern (Beispiel: die Diatomee *Synedra affinis*, Fig. 5), bzw. zweier Eikerne in einem vielkernigen Oogon (Beispiel: der Ascomycet *Humaria granulata*, Fig. 6). Bei Annahme einer relativen Sexualität stoßen aber auch eine sexuelle Affinität und ein sexueller Ausgleich zwischen zwei gleich differenzierten Gameten bzw. Gameten-

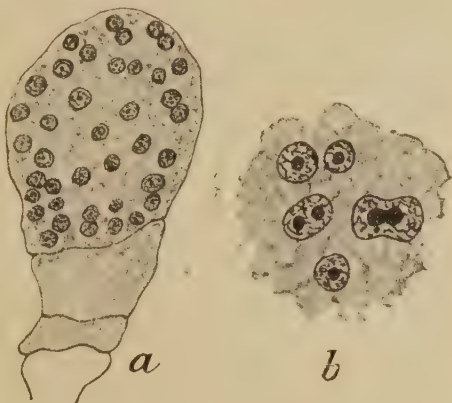


Fig. 6. Parthenogamie von *Humaria granulata*. Vielkerniges Oogon (Ascogon) im Schnitt; b verschiedene Stadien der Verschmelzung je zweier Oogonkerne. Nach Blackmann and Fraser 1906. Etwas schematisiert. Aus Hartmann 1909.

äußere Einflüsse auf verschiedenen Stadien zustande kommen. Sie kann aber auch durch besondere Anlagen, sogenannte Geschlechtsbestimmer, erblich verursacht werden, so daß die verschiedene Sexualität entweder bei der Reduktionsteilung (haploide, getrenntgeschlechtliche Organismen, z. B. *Phycomyces*) oder aber bei der Befruchtung festgelegt wird (diploide getrennt-geschlechtliche Tiere und höhere Pflanzen). Es ist von ganz besonderem Interesse, daß in neuerer Zeit durch die Versuche über Geschlechtsvererbung bei höheren Tieren und Pflanzen die führenden Forscher auf diesem Gebiete, wie Correns, Goldschmidt und Morgan zu genau denselben Schlußfolgerungen über die Sexualität und ihre Ver-

erbung gekommen sind, eine erfreuliche Übereinstimmung der theoretischen Anschauungen zweier verschiedener Forschungsrichtungen. Es würde uns zu weit von unserem Thema abbringen, näher auf die interessanten Beziehungen der Geschlechtsvererbung und Sexualhypothese der Befruchtung einzugehen, und es sei bezüglich der ersten auf die Arbeiten von Correns und Goldschmidt 1912 und Correns 1913 und 1917 verwiesen.

Die Sexualitätshypothese vermag aber nicht nur die Befruchtungsbedürftigkeit (und Geschlechtsverteilung und Geschlechtsvererbung) verständlich zu machen, sondern sie ermöglicht es, auch eine kausale Erklärung des Zustandekommens der Befruchtung anzubahnen, da man annehmen kann, daß mit der Entstehung sexuell differenzierter Zellen bzw. Kernen in diesen zugleich die Spannung erzeugt wird, welche extrem differenzierte Zellen zur Vereinigung und zum Ausgleich der Kerndifferenz und somit der Spannung bringen.

Grundbedingung für die Richtigkeit der Hypothese ist das allgemeine Vorkommen einer sexuellen Differenzierung der Gameten bzw. der Gametenkerne, die also mit zum Wesen der Befruchtung gehörten. Allerdings muß man die äußere geschlechtliche Verschiedenheit der Gameten als sekundär erworbene betrachten; denn die extreme Eibefruchtung ist mit ihrer phylogenetischen Ausgangsform, der Isogamie, bei der die Gameten äußerlich völlig gleich erscheinen, durch alle möglichen Übergangsstufen verbunden, und letztere selbst ist bei Protisten bekanntlich weit verbreitet.

Neuere Untersuchungen haben jedoch für eine ganze Reihe von Fällen, deren Gameten früher als morphologisch völlig gleich galten, eine sexuelle Verschiedenheit ergeben, und zwar gerade hinsichtlich der Kerne, die sich in dem Überwiegen der Teilungskomponente in der einen (männlichen) Sorte kund gibt.

So sind bei den Gregarinen in fast allen genau untersuchten Fällen von Isogamie Unterschiede in den Kernen der kopulierenden Gameten beobachtet worden (Fig. 7). Im einfachsten Fall, *Monocystis*-arten sind beide Gameten gleich groß (Fig. 7a) und gleich gebaut, nur ist bei der einen Sorte (weiblich) der Kern etwas größer; deutlicher tritt die Verschiedenheit bei *Urospora* (Fig. 7b) zutage, wo bei annähernd gleicher Größe der männliche Gamet nicht nur durch einen kleineren Kern, sondern auch durch die stärkere Ausbildung der Teilungskomponente in Form eines längeren achromatischen Fortsatzes ausgezeichnet ist. Andererseits hat sich gerade bei dieser Protozoengruppe auch vielfach eine sexuelle Verschiedenheit der gametenbildenden Zellen, der Gamonten, nachweisen lassen, sogar bei scheinbar völliger Gleichheit der Gameten selbst. So unterscheiden sich nach Léger und Duboscq die Gamonten mancher isogamer Gregarinen durch besondere Re-

servestoffkörner und differente Färbung schon in frühen Wachstumsstadien. Es liegt also bei morphologischer Gleichheit der Gameten sogar eine sexuelle Differenzierung zweiten Grades, sekundäre Geschlechtscharaktere, vor.

Einen besonderen schönen Fall von sexueller Differenzierung der Kerne haben wir bei Infusorien mit isogamer Konjugation, denn hier ist die dritte Micronucleusteilung, wodurch der sogenannte Wanderkern (δ), der in den anderen Konjugaten über-

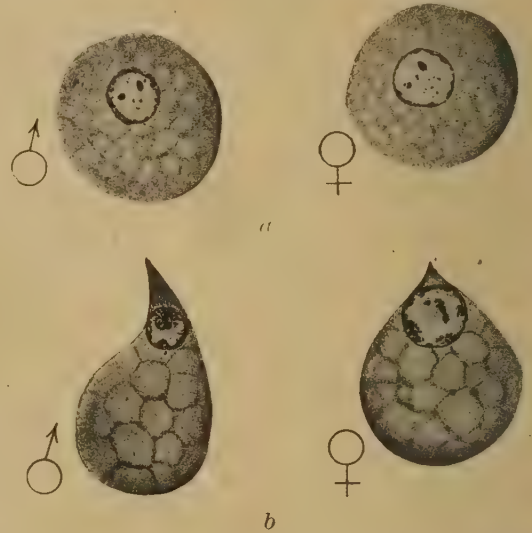


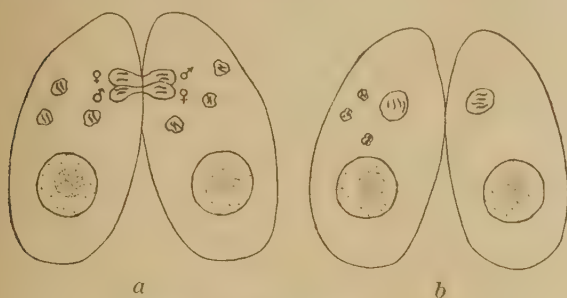
Fig. 7. Gameten verschiedener Gregarinen. a *Monocystis*, b *Urospora lagidis* nach Brasil 1905.

tritt, und der stationäre Kern (φ) gebildet wird, als die sexuell differente Teilung eines hermaphroditen Kernes aufzufassen; die Teilungsspindel ist, wie Prandtl zuerst bei *Didinium* fand, durch die Verschiedenheit der Pole ausgezeichnet, da an dem der Verbindungsstelle zunächst liegenden Pole (und dem hier entstehenden Wanderkern) die Teilungskomponente stärker ausgebildet ist¹⁾ (Fig. 8).

¹⁾ Gegen diese Deutung der dritten Teilung des Micronucleus führt R. Hertwig (1912) die Befunde von Popoff bei der isogamen Konjugation der peritrichen Infusorien (*Carchesium*) ins Feld, bei denen zwei geschlechtlich differenzierte Individuen dauernd miteinander verschmelzen und die gekreuzte Befruchtung in Wegfall kommt. Die Kernvorgänge sind sonst die gleichen, wie bei der isogamen Konjugation, auch hier wird die dritte Micronucleusteilung durchgeführt, doch sollen dabei die einander zunächst liegenden Kerne, die den Wanderkernen bei der isogamen Konjugation entsprechen, miteinander kopulieren, also gewissermaßen 2 δ -Kerne. Selbst wenn die Deutung der mikroskopischen Bilder richtig ist, was sich aber aus den Abbildungen Popoffs nicht sicher ergibt, so bewirkt dieser Fall so wenig gegen die Geltung der Sexualitätshypothese, wie die oben erwähnte Parthenogamie von *Humaria granulata*, bei der zwei weibliche Kerne miteinander verschmelzen. Zudem liegt hier ja eine weiter reichende Geschlechtsdifferenzierung vor, indem ja schon jeder der beiden Zellpartner (Konjugaten) vollkommen geschlechtlich differenziert, nicht wie bei Infusorien mit isogamer Konjugation hermaphrodit ist. Die dritte Micronucleusteilung kann also bei den δ und φ In-

In anderen Fällen können wir zwar bisher noch keine morphologische Verschiedenheiten an den Isogameten, dagegen deutliche Verschiedenheiten in ihrem physiologischen Verhalten, sei es, daß, wie bei vielen *Spirogyra*-arten die Zellen des einen konjugierenden Fadens sich

zum Umherschwärmen die Geißeln verlieren und sich am Boden festsetzen (weiblich), während die sonst völlig gleichen einer anderen Pflanze ihre Beweglichkeit behalten und die festsitzenden umschwärmen (männlich), um mit ihnen zu kopulieren (Fig. 9). In wieder anderen Fällen

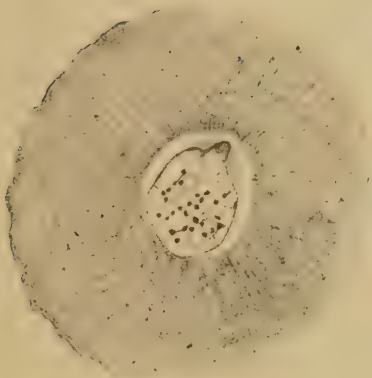


a

b



c



d

Fig. 8. a u. b Schema der 3. Micronucleusteilung und des Kernaustausches bei der Konjugation von *Chilodon uncinatus*. c u. d Sexuelle Verschiedenheit von Wanderkern (b) und stationärem Kern (c) von *Didinium nasutum*.

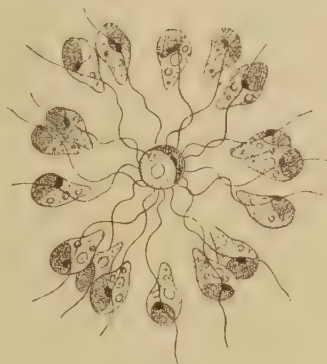
Vergr. ca. 1000. a u. b Aus Hartmann und Schilling 1917, c u. d nach Prandtl 1906.

gewissermaßen wie männliche Gameten verhalten und in die entsprechenden Zellen des anderen (weiblichen) Fadens hinüberwandern, oder aber, daß, wie bei der Braunalge *Ectocarpus*, die geißeltragenden Gameten der einen Pflanze nach kur-

dividuen von *Carchesium* gar nicht mehr den Charakter einer sexuellen Kernzerlegung haben, da ja alle Kerne einer Zelle hier schon weibliche resp. männliche Tendenz haben.



a



b



c



d



e



f

Fig. 9. Kopulation der Gameten bei *Ectocarpus siliculosus* n. Berthold u. Oltmanns. a u. b Weiblicher Gamet, umschwärmt von vielen männlichen Gameten, c-f Kopulation je eines männlichen mit einem weiblichen Gameten. Aus Oltmanns 1904.

können wir nur darin ein Zeichen einer sexuellen Verschiedenheit erblicken, daß nur Gameten miteinander kopulieren, die von verschiedenen Eltern abstammen (Foraminiferen, manche Grünalgen, wie *Dasycladus*, gewisse Volvocineen). Schließlich sei noch auf die wichtigen experimentellen Untersuchungen von Blackeslee (1904, 1906) und Burgeff (1915) bei Schimmelpilzen hingewiesen. Bei Mucorineen, die eine morphologisch vollkommene Isogamie aufweisen, findet nach diesen Untersuchungen Kopulation nur

statt, wenn auf einer Agarplatte Sporen von verschiedener Konstitution, verschiedener sexueller Beschaffenheit ausgesät werden (sog. $+$ - und $-$ -Sporen). An den Stellen, an denen die scheinbar gleichen $+$ - und $-$ -Mycelien beim Wachstum auf der Platte sich treffen, bilden sich Isogameten und nach deren Kopulation Zygoten. Bei *Mucor* sind schon die Zygoten bzw. das hieraus entstehende Ursporangium extrem sexuell differenziert ($+$ oder $-$), während bei *Phycomyces* das diploide Ursporangium noch indifferent, hermaphrodit ist und erst bei der ersten Zoosporenbildung eine sexuelle Differenzierung in $+$ - und $-$ -Sporen stattfindet. Nach der neuesten Arbeit von Burgeff vollzieht sich bei *Phycomyces nitens* diese Geschlechtstrennung bei der Reduktionsteilung in dem hermaphroditischen diploiden Ursporangium. Die Meinung R. Hertwigs (1912), daß es nur indifferente, männliche und weibliche Zellen, keine indifferente männliche und weibliche Kerne gäbe, ist durch die neueren Arbeiten an Mucorineen widerlegt, denn bei *Phycomyces* sind die diploiden Kerne des Ursporangiums hermaphrodit oder neutral, die der späteren haploiden Mycelien und Sporangien dagegen entweder männlich oder weiblich, wie besonders durch die Bastardierungs- sowie die Pfropfungsversuche von Burgeff bewiesen ist.

Die gesamten vorliegenden Erfahrungen zwingen somit heute schon auch bei morphologischer Isogamie zur Annahme einer physiologischen sexuellen Verschiedenheit der Gameten bzw. der Gametenkerne, die mithin einen wesentlichen Zug der Befruchtungsvorgänge ausmacht.

(Ob allerdings die Sexualität allgemein nur in der verschiedenen Ausbildung der beiden Kernkomponenten begründet ist, wie es die Hypothese bisher annimmt, ist vorderhand unsicher und muß weiterer Forschung vorbehalten bleiben.) Doch ergeben sich auch für diese Hypothese experimentelle, physiologische Prüfungsmöglichkeiten. Eine derselben bestünde darin, bei Formen mit ganz geringer morphologischer oder nur physiologischer sexueller Verschiedenheit zu prüfen, ob hier in der Tat die sexuelle Differenz nur eine relative sei, so daß z. B. die Gameten des Individuum A mit denen des Individuum B sich wie männliche gebärden, während sie sich zu Gameten des Individuum C als weibliche Gameten verhalten. Im Sommer 1914 habe ich zusammen mit Herrn Dr. Huth solche Versuche an *Spirogyra*-arten in Lunz ausgeführt. Wir haben auch tatsächlich Bilder erhalten, die ganz so aussahen, als ob die Zellen ein und desselben *Spirogyra*-fadens (bei einer Art, die sonst streng diözisch ist) sowohl als männliche wie als weibliche Gameten fungieren können. Da wir aber diese mehrfachen Kopulationen nur in Massenkulturen erhielten (als einzelne Fäden konnte die verwandte Art nicht gezüchtet werden) und bei der Kopulation die

einzelnen *Spirogyra*-fäden sich stark verdrehen, so konnten Täuschungen beim Zustandekommen dieser Bilder nicht absolut ausgeschlossen werden. Es gibt jedoch Formen mit beweglichen Gameten (Protozoen sowie Grün- und Braunalgen), bei denen sich diese Versuche mit voller Sicherheit zur Durchführung und Entscheidung bringen lassen müssen. Sollte sich das erwartete Resultat bestätigen, also die Relativität der sexuellen Differenzierung auf dieser niederen Stufe derselben sich experimentell erweisen lassen, so wäre darin eine Hauptstütze und Bestätigung der Sexualitätshypothese zu erblicken. Andererseits wäre das Fehlen einer relativen Sexualität natürlich noch durchaus kein Beweis gegen die Hypothese. Die Sexualitätshypothese der Befruchtung könnte vielmehr nur widerlegt werden, wenn der Nachweis gelänge, daß es tatsächlich Isogameten von völliger physiologischer Gleichheit gäbe, ein Nachweis, der aber wohl sehr schwer oder gar nicht zu erbringen sein wird.

Literatur.

- Blakeslee, 1904, Sexual reproduction in the Mucorineae. Proc. Am. Acad. Bd. 40.
 — 1906, Zygosporangium-germinations in the Mucorineae. Annal. Mycol.
 Boveri, 1887, Über den Anteil der Spermatozoen an der Teilung des Eies. S.-B. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München, Bd. 3.
 Burgeff, 1914/15, Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erbllichkeit bei *Phycomyces nitens* Kuntze. Flora, Bd. 107 und 108.
 Bütschli, O., 1876, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien. Abh. d. Senkenberg. Naturf. Ges., Bd. 10.
 — 1882, Gedanken über Leben und Tod. Zool. Anz., Bd. 5.
 — 1887/89, Protozoa. III. Ciliata. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs.
 Correns, C., 1913, Geschlechterverteilung und Geschlechtsbestimmung (bei Pflanzen). Handwörterb. d. Naturwissensch., Bd. 4.
 — und Goldschmidt, R., Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. Berlin 1913.
 De Barry, A., 1858, Untersuchungen über die Familie der Konjugaten. Leipzig.
 Doflein, F., 1913, Das Unsterblichkeitsproblem im Tierreich. Freiburg.
 — 1916, Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Auflage. Jena.
 Erdmann, Rh., 1910, Depression und fakultative Apogamie bei *Amoeba* diploidea. Festschrift R. Hertwig, Bd. 1.
 — 1915, Endomixis und ihre Bedeutung für die Infusorienzelle. S.-B. d. Ges. naturf. Freunde Berlin.
 Enriques, P., 1907, La conjugazione e il differenziamento sessuale negli infusori. Arch. f. Protistenk., Bd. 9.
 Hartmann, M., 1909, Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistk., Bd. 14, H. 2.
 — 1917, Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung) der Phytomonaden (Volvocales). II. Mitteilung. Über die dauernde, rein ägame Züchtung von *Eudorina elegans* und ihre Bedeutung für das Befruchtungs-

- und Todproblem. S.-B. d. königl. Akad. d. Wissensch., Bd. 52.
- und Nügler, 1908, Copulation bei Amöba diploidea mit Selbständigbleiben der Gametenkerne während des ganzen Lebenszyklus. S.-B. ges. naturf. Freunde, Berlin.
- Hertwig, O., 1876, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Teilung des tierischen Eies. Morph. Jahrb., Bd. 1.
- Hertwig, R., 1889, Über die Konjugation der Infusorien. Abhandl. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. II, 17.
- 1902, Über Wesen und Bedeutung der Befruchtung. S.-B. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. München, Bd. 32.
- 1903, Über Korrelation von Zell- und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biol. Centralbl., Bd. 23.
- 1912, Über den derzeitigen Stand des Sexualitätsproblems nebst eigenen Untersuchungen. Biolog. Centralbl., Bd. 32.
- 1914, Über Parthenogenese der Infusorien und die Depressionszustände der Protozoen. Biol. Zentralbl., Bd. 34.
- Jollos, V., 1916, Die Fortpflanzung der Infusorien und die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen. Biolog. Centralbl., Bd. 36.
- Klebs, G., 1889, Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biol. Zentralbl.
- 1896, Über die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. G. Fischer, Jena.
- 1917, Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biolog. Centralbl., Bd. 37.
- Léger et Duboscq, 1909, Etudes sur la sexualité chez les grégaires. Arch. f. Protistk., Bd. 17.
- Maupas, E., 1888, Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. Arch. Zool. expér. et gén., Bd. 6.
- Popoff, 1908, Die Gametenbildung und Konjugation von *Carchesium polypinum* L. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 89.
- Prandtl, H., 1906, Die Konjugation von *Didinium nasutum* O. F. M. Arch. f. Protistenk., Bd. 6.
- Pringsheim, N., 1869, Über die Paarung von Schwärmsporen, die morphologische Grundform der Zeugung im Pflanzenreiche. Monatsber. d. Kgl. Akad. d. Wissensch., Berlin.
- Prowazek, S. v., 1904, Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt, Bd. 21.
- Schaudinn, F., 1905, Die Befruchtung der Protozoen. Verh. d. Deutsch. zool. Ges.
- Woodruff, L., 1911, Two thousand generations of *Paramecium*. Arch. f. Protistenk., Bd. 21.
- and Baitzell, 1911, Rhythmus in the reproductive activity of Infusoria. Journ. exper. Zool., Bd. 11.
- and Erdmann, 1914, A normal periodic reorganization process without cell fusion in *Paramecium*. Ebenda Bd. 17.

Besprechungen.

Weyl, Hermann, Raum — Zeit — Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie. Berlin, Julius Springer, 1918. VIII, 234 S. Preis geh. M. 14,—.

Immer wieder drängt es mich dazu, die einzelnen Teile dieses Buches von neuem durchzulesen; denn jede Seite zeigt die unerhört sichere Hand des Meisters, der den Gegenstand von den verschiedensten Seiten durchdrungen hat. Ich betrachte es als einen glücklichen Umstand, daß ein so ausgezeichnete Mathematiker sich des neuen Gebiets angenommen hat. Er hat es verstanden, mathematische Strenge mit An-

schaulichkeit zu verbinden. Der Physiker kann aus dem Buche die Grundlagen der Geometrie und Invariantentheorie, der Mathematiker diejenigen der Elektrizitätslehre und Gravitationstheorie lernen.

Der Verfasser geht aus von der affinen Geometrie, die auf den Begriff der Translation aufgebaut wird, aus welchem Begriffe der des Vektors und Tensors herauswächst. Durch Zufügung des Grundbegriffes der Metrik (skalares Produkt zweier Vektoren) erhält er dann die Euklidische Geometrie. Die Lehre von den Tensoren wird in glücklicher Weise an der Mechanik und Maxwellschen Elektrodynamik erläutert, wobei letztere eine schöne systematische Darstellung findet. (Erstes Kapitel.)

Das zweite Kapitel ist eine Einführung in den absoluten Differential-Kalkül bzw. in die Riemannsche Geometrie. Hier sieht man ganz besonders mit Stauen, wie in Weyls Händen das Komplizierteste einfach und selbstverständlich wird. Zuerst werden die beiden „Nichteuklidischen“ Geometrien dargestellt, sodann die Gaußsche Flächentheorie und Riemanns Verallgemeinerung derselben auf mehrdimensionale Mannigfaltigkeiten, welche ja die formale Basis der allgemeinen Relativitätstheorie bildet. Dabei kommen die Fortschritte der letzten Jahre glänzend zur Geltung, welche wir den formalen Untersuchungen von Levi-Civita, Weyl und Hesseberg über den Riemannschen Krümmungstensor verdanken.

Nachdem so das formale Rüstzeug vollständig gewonnen ist, wird im dritten Kapitel die spezielle, im vierten die allgemeine Relativitätstheorie dargestellt, die spezielle auf 59, die allgemeine auf 54 Seiten. Hier zeigt sich so recht, daß Weyl nicht nur die mathematische Form spielend meistert, sondern auch mit tiefem Blick für das physikalische Wesentliche begabt ist.

Um die Integration der Feldgleichungen der Gravitation hat sich Weyl in der letzten Zeit erhebliche Verdienste erworben. Die Darlegungen der letzten Paragraphen zeigen, wie vereinfachend und klärend der geborene Mathematiker da wirken kann. Jedem, der an dem Gebiet mitarbeiten will, wird das Buch unschätzbare Dienste leisten, abgesehen von der reinen Freude, die er beim Studium findet.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß ich mit dem Verfasser nicht ganz übereinstimme bezüglich der Auffassung des Energiesatzes sowie des Verhältnisses, welches zwischen den Aussagen der theoretischen Physik und der Wirklichkeit besteht. Ferner möchte ich im Interesse der Vollkommenheit der Darstellung vom Standpunkte des Physikers wünschen, daß die physikalische Bedeutung des Abstandes (als unmittelbares Ergebnis der mit Maßstäben und Uhren zu gewinnenden Messungen) in der zweiten Auflage etwas mehr in den Vordergrund gestellt werde. — Das Buch setzt Fähigkeit zu scharfem Denken, aber verhältnismäßig wenig Vorkenntnisse voraus. Die beim Studium aufzuwendende Mühe wird glänzend belohnt, und es dürfte kaum jemand geben, der aus diesem Buche nicht lernen könnte.

A. Einstein, Berlin.

Trantz, Max, Praktische Einführung in die allgemeine Chemie. Anleitung zu physikalisch-chemischem Praktikum und selbständiger Arbeit. Leipzig, Veit & Comp., 1917. XII, 375 S. und 187 Abbildungen. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 14,50.

Das Buch ist von stark ausgeprägter Eigenart. Die — man möchte beinahe sagen — etwas herausfordernde Originalität, die in den Forschungsarbeiten des Verfassers zum Ausdruck kommt, bildet auch das hervor-

stechendste Kennzeichen dieses dem Unterricht gewidmeten Buches. Die Eigenart tritt schon in der Anordnung des Stoffes hervor, deren leitender Gedanke sich nicht leicht verrät. Der Verfasser gibt darüber im Vorwort die Auskunft, daß er die Anordnung „nach steigender Komplikation der mathematischen Gesetze“ getroffen habe.

Die Einleitung bringt allgemeine Bemerkungen über Beobachtungen und ihre Wiedergabe und eine Anzahl versuchstechnischer Hinweise. Das erste der drei großen Hauptkapitel, in welche das Buch gegliedert ist, führt den Titel: Die Erhaltungsgesetze. Den Inhalt bilden zwei „Übungen“, als „erste Übung“ Elektrochemie, soweit sie die Erhaltung der Elektrizitätsmenge, d. h. die Gesetze von *Faraday* betrifft. Es werden hier wie in der Folge für jedes Hauptkapitel in einem ersten Abschnitt die Grundbegriffe entwickelt, wobei die theoretischen Ausführungen durch einfache Handversuche erläutert werden, ein zweiter Abschnitt bringt dann Messungen und Anwendungen. Die Anzahl der elektrochemischen Versuche ist ziemlich klein; um so mehr sollten die ausgewählten auf ihren instruktiven Wert geprüft werden. Der Nachweis, daß in zwei in denselben Stromkreis geschalteten Kupfervoltametern von gleichen Dimensionen die abgeschiedenen Kupfermengen gleich sind, dürfte nicht sehr eindrucksvoll sein. Vielleicht hätte dafür bei den Messungen die gleichzeitige Abscheidung von Kupfer aus Cupro- und Cuprilösungen eingefügt werden können. Die „zweite Übung“ behandelt die Thermochemie, das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Als Grundbegriffe werden Temperatur, Wärmemenge, Wärmekapazität, Spezifische Wärme, Atomwärme, Molarwärme in breiterer theoretischer Ausführung mit einer Anzahl instruktiver Handversuche erläutert. Bei der Besprechung der Beziehungen zwischen äußerer Arbeit und Wärmeentwicklung galvanischer Elemente spricht der Verfasser von der Helmholtz-Thomson'schen Regel. Es dürfte die übliche Bezeichnung als Thomson'sche Regel vorzuziehen sein. Denn wenn auch *Helmholtz* in seiner „Erhaltung der Kraft“ die zufällige Übereinstimmung beim Daniell-Element für eine allgemeine Gesetzmäßigkeit hielt, so bleibt doch sein Name in erster Linie gerade mit der späteren Korrektur dieses Irrtums verknüpft. Als besonders lehrreicher Versuch sei der experimentelle Nachweis der Unterschiede von Q_p und Q_v an der Vereinigung von Chlorwasserstoff und Ammoniak in einfacher Anordnung hervorgehoben. Ein Anhang an dieses Kapitel bringt die Methoden zur Erzeugung großer Wärmemengen und hoher Temperaturen.

Den Inhalt des zweiten Hauptkapitels, betitelt Molekulartheorie, bildet die „dritte Übung“: „Die Lehre vom äußeren Druck und der inneren Energie der gasförmigen und verdünnt gelösten Stoffe“. Als „Grundbegriffe“ werden behandelt Volum, Dichte, Druck, kritische Daten und osmotischer Druck. Eingehend wird dabei die Versuchstechnik genauer Druckmessungen erörtert. In größerer Ausführlichkeit auch die Bestimmung von C_p/C_v , wobei das vom Verfasser aufgestellte Gesetz der Additivität der inneren Atomwärmen besondere Berücksichtigung erfährt.

Die zweite Hälfte des Buches wird von dem dritten Kapitel, Chemische Verwandtschaftslehre, eingenommen. Es teilt sich in zwei Abschnitte, deren ersten die Gesetze des thermodynamischen Gleichgewichts bilden, die in „drei Übungen“ behandelt werden. Als erste, des Ganzen vierte, Übung die Phasenlehre, speziell die Clausius'sche Formel, das Phasengesetz, die

heterogenen Gleichgewichte und das Nernst'sche Theorem. Die mit Seite 188 beginnende Darlegung des letztgenannten sei als besonders gut gelungene elementare Einführung hervorgehoben. Die fünfte Übung betrifft „Die Chemie des Umlagerungs- und Zerfallsgrades“, d. i. das thermodynamische Massenwirkungsgesetz, die Gleichgewichts- und die homogenen Gleichgewichte in Gasen und Lösungen. Der Verfasser hat hier Gelegenheit genommen, die Ermittlung der Integrationskonstante der Gleichgewichts-Isochore unabhängig vom Nernst'schen Wärme-Theorem aus seiner Theorie der Reaktionsgeschwindigkeiten zu entwickeln. Sehr ausführlich werden alle Einzelheiten der Leitfähigkeitsmessungen besprochen. Die Deutung, welche auf Seite 205 für das Maximum der spezifischen Leitfähigkeit gegeben wird, ist aber nicht zutreffend. Sehr nützliche, offenbar eingehende eigener Erfahrung entstammende Hinweise enthält der Abschnitt über die Versuchstechnik konstanter Temperaturen. Den Schluß des Kapitels über die Gleichgewichtslehre bildet die sechste Übung: Chemie der galvanischen Ketten. Es umfaßt die Arbeit in elektrischem Maß, die Umrechnung auf elektrochemische Äquivalente, die Einteilung der galvanischen Ketten und die Einzelpotentiale.

Auf die Lehre vom Gleichgewicht folgen „die Gesetze der Umwandlungen der Stoffe“ mit der siebenten Übung, welche die Lehre von der Geschwindigkeit der chemischen Vorgänge betrifft. Behandelt werden die Diffusionsgeschwindigkeit, die Wanderungsgeschwindigkeiten, die Überföhrungszahlen und die Ionenbeweglichkeiten. Zur Vorführung der Ionenwanderungsgeschwindigkeit bedient sich der Verfasser sonderbarer Weise der alten Anordnung von *Lodge* statt der viel bequemeren von *Nernst*. Zum Schlusse dieses Abschnittes gibt der Verfasser eine ausführliche Darlegung seiner Theorie der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit. Den Schluß der Verwandtschaftslehre bildet die Photochemie, bei der nach Darlegung der Grundbegriffe als einziger photochemischer Versuch die Untersuchung des Verfassers über das Sulfurylchlorid besprochen wird und endlich die Lehre von den radioaktiven Stoffen, die in Kürze behandelt wird.

Im Anhang sind Vordrucke für Versuchsberichte abgedruckt, die in etwas größerer Ausführung auch als Sonderhefte käuflich sind.

Das Buch bietet gerade durch seine Eigenart viel Anregung. Für Anfänger ist es nicht geeignet. Wenn der Verfasser es mit Vorteil zur Grundlage der Übungen seiner Schüler machen konnte, so ist er zu beneiden um die Voraussetzungen, die er da hat machen dürfen. Dem Lehrer aber der allgemeinen Chemie und dem fortgeschrittenen Studierenden wird es manches Bekannte in neuem Lichte erscheinen lassen.

Alfred Coehn, Göttingen.

Ramsay, Sir William, und George Rudorf, Die Edelgase. (Band 2 des Handbuches der allgemeinen Chemie, herausgegeben von *Wilh. Ostwald* und *Carl Drucker*.) Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1918. VIII, 416 S. Preis geh. M. 26,—.

Bald nachdem Ramsay das Argon (1894) und kurz darauf auch Helium, Neon, Krypton und Xenon entdeckt hatte, entfaltete sich eine sehr rege Tätigkeit in der Erforschung dieser Edelgase, die einen neuen starken Anstoß erhielt, als man in den Emanationen von Thorium, Radium und Aktinium Elemente mit dem Charakter von Edelgasen erkannte, die überdies aber noch alle Eigenschaften der Radioaktivität zeigten. — Mehr als 2000, z. T. umfangreiche Abhandlungen sind

(nach Ramsay und Rudorf) in knapp 20 Jahren über die Edelgase veröffentlicht worden. Wenn nun die Ergebnisse dieser ausgedehnten wissenschaftlichen Arbeit in einem Werke zusammengefaßt werden, das den Namen des erfolgreichsten Forschers auf diesem Gebiete trägt, so wird man den Wert dieser Gabe in jedem Falle hoch einschätzen müssen.

Daß eine Gruppe von Elementen, denen jedes chemische Verbindungsvermögen abgeht, die Physiker und Chemiker so dauernd und stark beschäftigt, wird dem Fernerstehenden zuerst wenig einleuchten. Verständlich wird diese Tatsache nur, wenn man sich vergegenwärtigt, daß grundlegende Fragen der Physik und Chemie durch das Verhalten der Edelgase erleuchtet und aufgeklärt worden sind; es sei nur erinnert an die Fortschritte in der Erkenntnis des periodischen Systems der Elemente durch die Aufnahme der valenzlosen Gruppe sowie an die Aufklärung über die Umwandlung der Elemente, die sich aus dem Nachweis der Bildung von Helium aus Radiumemanation ergab. Auch mehrere andere Wissensgebiete verdanken den Edelgasen befruchtende Anregung und Förderung, z. B. die Geophysik, Meteorologie, Astronomie, Mineralogie, Geologie, Radiologie, Elektrotechnik und die Heilkunde. — In der Hauptsache aber sind die Edelgase Studienobjekte der Physik, und dieser Tatsache tragen Ramsay und Rudorf offensichtlich Rechnung, indem sie dies Handbuch mit einem umfangreichen allgemeinen Teil (S. 3—90) eröffnen, in dem sie alle physikalischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften der Edelgase in vergleichender Darstellung behandeln, so daß die Gesetzmäßigkeiten ihres Verhaltens — zum Teil neu berechnet — deutlich hervortreten. In diesem Abschnitt sind auch die vielfach erforderlichen theoretischen Erläuterungen untergebracht. Die Beobachtungsergebnisse, welche die Grundlagen für die allgemeinen Betrachtungen bilden, werden in dem umfangreicheren speziellen Teil (S. 91—362) für die sämtlichen Gase ausführlich im einzelnen mitgeteilt; auch hier wird — ganz im Sinne physikalisch-chemischer Denkrichtung — besonderer Wert auf die rechnerische Auswertung und Verarbeitung der Messungen gelegt. Die Versuchsmethodik ist dagegen durchweg nur sehr knapp behandelt, was besonders auffällig hervortritt in den Abschnitten über die Darstellung der Gase. Nun hat zwar W. Ramsay in dem Stählerschen Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie — auf das hingewiesen wird — die Apparatur zur Reindarstellung der Edelgase bereits ausführlich beschrieben, aber ich glaube, die Benutzer des vorliegenden Werkes würden größere Befriedigung fühlen, wenn sie auch in experimentellen Fragen vollständigere Auskunft erhielten.

Vermißt habe ich auch bildliche — besonders farbige — Darstellungen von Edelgasspektren, die besonders deswegen erwünscht wären, weil Argon und Neon neuerdings erhebliche technische Bedeutung erlangt haben; diese Tatsache scheint den Verfassern nicht mehr bekannt geworden zu sein, wenngleich sie bereits zu der Zeit bestand (1914), bis zu welcher die ergänzenden Nachträge (S. 363—408) in diesem Werk fortgeführt sind.

Das Argon wird zum Füllen gewisser Sorten der unter dem Namen $\frac{1}{2}$ -Watt-Lampen neuerdings weit verbreiteten elektrischen Intensiv-Glühlampen benutzt und in den Glühlampenfabriken in erheblichen Mengen erzeugt. In Deutschland allein werden täglich vielleicht mehr als 50 cbm Argon von ziemlich hoher Reinheit für diesen Zweck verbraucht; als Ausgangs-

material dient ein verdichtetes Argon-Sauerstoff-Stickstoff-Gemisch, das ebenfalls industriell — als Nebenprodukt bei der Verflüssigung von Sauerstoff — gewonnen wird. — Das Neon findet Verwendung für Mooreleuchttröhen und außerdem zur Herstellung einer neuen Art von Bogenlampen nach Art der Quecksilberdampflampen, die allerdings noch nicht im Handel sind.

Das Ramsay-Rudorfsche Werk bildet den zweiten Band (und den ersten greifbaren Bestandteil) eines Handbuches der allgemeinen Chemie, das von Wilhelm Ostwald und Carl Drucker herausgegeben im Verlage der Akademischen Verlagsgesellschaft m. b. H. erscheinen soll; vorläufig ist der Umfang dieses Handbuches auf 21 Bände geplant. Es ist kein sachlicher Grund dafür ersichtlich, daß man die „Edelgase“ in den Rahmen dieses Werkes aufgenommen hat; mit demselben Recht hätte man auch die Alkalimetalle, die Halogene oder eine andere Elementengruppe in die allgemeine Chemie hineinzwingen können. Es will mir scheinen, als ob persönliche Beziehungen oder buchhändlerische Erwägungen hierfür maßgebend gewesen seien. Das kann natürlich der sachlichen Wertschätzung der Ramsay-Rudorfschen Arbeit keinen Abbruch tun, die nicht erst durch die Fassung ihren Glanz erhält. — Den verehrten Herren Herausgebern des Handbuches der allgemeinen Chemie aber wünsche ich, daß sie in guter Gesundheit den Abschluß des angekündigten Werkes erleben; wahrscheinlich ist es nicht.

J. Koppel, Berlin-Pankow.

Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner, Biologen und Psychologen. 2. verbesserte Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. VIII. 449 S. und 515 Abb. Preis geb. M. 11,50.

Die Erkenntnis, daß die Physik neuerdings erhöhte Bedeutung für Mediziner und Biologen gewonnen hat, dringt immer mehr durch. Ein zugleich äußerliches wie innerliches Anzeichen hiervon ist, daß ein so hervorragender Forscher, wie Lecher, ein Lehrbuch der Physik mit der besonderen Bestimmung für Mediziner, Biologen und Psychologen verfaßt hat. Dieses Werk hat in weniger wie fünf Jahren, wovon drei und einhalb Kriegsjahre sind, eine zweite Auflage erlebt. Unzweifelhaft haben die großen Vorzüge von Lechers Lehrbuch der Physik diesen Erfolg verursacht. In erster Linie fällt die wohlthuende Klarheit, das Bestreben zu peinlich gewissenhafter begrifflicher Klarheit, ohne jede Pedanterie auf. Sodann muß hervorgehoben werden, mit welchem Geschick, bei einer Kürze des Buches, eine Reichhaltigkeit des Stofflichen erzielt worden ist. Kaum ein einziges Tatsachengebiet, oder ein einziges Problem, welches für den Mediziner von Bedeutung ist, fehlt in Lechers Buch.

Die neue Auflage ist nach der didaktischen Seite hin wesentlich verbessert worden. Die neueren Fortschritte der Wissenschaft sind gewissenhaft berücksichtigt. Neu hinzugekommen sind die Beschreibung der verschiedenen Gaedeschen Pumpen, die Erörterung der Bremsstrahlung und Eigenstrahlung, die Hochfrequenzspektren und manches andere. Der Autor ist überall bestrebt, die Brücke zwischen bestimmten physikalischen Lehren und deren Nutzenanwendung auf Medizin und Biologie zu schlagen. Er hat hierin eine sehr glückliche Hand. Wenn der Referent zwei Wünsche äußern dürfte, die in einer späteren Auflage Berücksichtigung finden könnten, so wären es die nachfolgenden: In den meisten Lehrbüchern der Physik vermißt der Mediziner ein etwas genaueres Eingehen auf die Strömungsverhältnisse in elastischen

Röhren und auf die Messungen schnell wechselnder Drucke. Er kommt daher ganz unvorbereitet zu den für die Kreislauflehre grundlegenden Arbeiten von *Otto Frank*. Es wäre sehr verdienstlich, wenn *Lecher* dieses Gebiet in der ihm eigenen klaren Weise in sein Lehrbuch aufnehmen wollte. Das zweite Postulat betrifft die Gullstrandsche Dioptrik. Sie verdient etwas mehr Berücksichtigung, als nur die Erwähnung in einer Anmerkung, und gerade *Lecher* scheint berufen, *Gullstrands* Lehren in einer etwas weniger spröden Weise dem Mediziner zu vermitteln, als es der große Dioptriker selbst getan hat.

Es ist zu hoffen, daß *Lechers* Lehrbuch durch fleißige Benutzung, namentlich seitens der Mediziner, dazu beitragen wird, daß sie ihre Kenntnisse auf Grund dieses gehaltvollen Werkes erwerben und sich nicht auf manche andere Bücher verlassen, welche nur die Kürze mit dem *Lecherschen* Buch gemeinsam haben.

Leon Asher, Bern.

Wiesent, Johannes, Repetitorium der Experimentalphysik für Pharmazeuten, Mediziner und Studierende der Naturwissenschaften. Stuttgart, Ferdinand Encke, 1917. XII, 155 S. und 67 Abbild. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 8,—.

Der Verfasser bezeichnet sein kleines Werk als eine kurze Orientierung in einem ehemals vertrauten Fahrwasser. Diese Charakterisierung ist eine durchaus zutreffende. Da nun einmal bei Studierenden die Tendenz besteht, vor den Prüfungen in einem möglichst kurzen Repetitorium alles zu wiederholen, muß dieser Tatsache Rechnung getragen werden, und es ist gut, wenn dies von fachkundiger Seite geschieht. Das kleine Buch von *Wiesent* gibt eine sehr gute Auswahl von Dingen, die wichtig sind, und die Darstellung ist streng wissenschaftlich gehalten. Die Textabbildungen sind verhältnismäßig reichlich, und sind mit Recht durchaus schematisch gehalten. Das Repetitorium wird denen, die ein solches nötig haben, gute Dienste leisten.

Leon Asher, Bern.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 4. Februar gedachte der Vorsitzende Prof. *Schalow* mit warmen Worten des verstorbenen Oberstudienrats Prof. Dr. *Lampert* in Stuttgart, der der Deutschen ornithologischen Gesellschaft 20 Jahre angehört hat.

Dr. *Heinroth* hielt einen Vortrag über die Gattung *Dendrocyena* und führte unter Vorlegung von Bälgen und Präparaten folgendes aus: Der Name *Dendrocyena* — Baumente — besteht zu Unrecht, da gerade diese Enten seltener aufbaumen, als es z. B. Braut-, Mandarin- und Türkenenten tun. Die aus 9 Arten bestehende Gattung unterscheidet sich von den eigentlichen Schwimm- und Tauchenten dadurch, daß die Vorderseite des Laufs nicht mit Schildern, sondern, wie bei den Schwänen und Gänsen, mit netzartigen Schuppen bedeckt ist. Alle Arten fallen durch hohe, starke Beine, kurzen Schwanz, langen Hals und plumphen Schnabel auf. Der Flügel ist ähnlich wie bei den Hühnervögeln rund und breit. Die Geschlechter sind gleich gefärbt. Auf der Oberseite des Coracoides befindet sich eine dellenartige Vertiefung, die allen übrigen Anatiden fehlt. Die Knochentrommel ist abweichend von der aller anderen Zahnschnäbler klein und völlig symmetrisch. Im Gegensatz zu den Ver-

wandten beteiligt sich auch das Männchen am Brutgeschäft. Ihre Nahrung erwerben sich die Baumenten hauptsächlich durch Tauchen, wozu sie ihre Tauchentauchfigur befähigt. Der Vortragende besprach alsdann die einzelnen, im tropischen Süd-Amerika, Neu-Guinea, auf den großen Antillen, in Afrika, Madagaskar und Indien vorkommenden Arten und kam zu dem Schluß, daß es sich um eine den übrigen Anatiden sehr fernstehende und sehr alte Gruppe handelt, von der zwei Arten, *Dendrocyena viduata* und *fulva* wohl schon im Tertiär gelebt haben, wie man aus ihrem Vorkommen sowohl in Amerika, wie in Afrika schließen darf. Auf Grund der vielen Eigentümlichkeiten, die die Gattung *Dendrocyena* aufweist, erklärte Dr. *Heinroth* ihre Eingliederung in die Schwimmten nicht für berechtigt.

Geheimrat *Reichenow* legte hierauf eine große Reihe europäischer Kleiber vor und zeigte, daß in den Grenzgebieten der einzelnen geographischen Unterarten Übergangsformen vorkommen, die nach seiner Auffassung Mischlinge zwischen diesen Unterarten darstellen, zumal dabei beträchtliche Abänderungen in der Farbe auftreten. Professor *Schalow* sprach die Ansicht aus, daß es in den Grenzgebieten sich wohl weniger um Bastardformen als ebenfalls um konstante Lokalformen handle und wies auf die neueren Untersuchungen *Domaniewskis* hin, die sich gleichfalls in dieser Richtung bewegen. Major v. *Lucanus* hob hervor, daß der Ringversuch den Kleiber als äußerst seßhaften Vogel ergeben hat, der jung wie alt seiner Heimat treu bleibt, wodurch die Bildung lokaler Formen auch auf verhältnismäßig kleinen Gebieten sehr begünstigt wird. Hierauf legte Geheimrat *Heck* die Photographie eines in der Gefangenschaft gezüchteten Bastard zwischen *Birkhahn* und *Moorschneehenne* vor. Major v. *Lucanus* teilte mit, daß diese Kreuzungsprodukte auch in der Natur vorkommen. Er selbst besitzt in seiner Sammlung einen solchen Vogel, der sich durch eine schwarz-weiß gescheckte Farbe und nur etwas entwickelte Sichelfedern im Schwanz auszeichnet. Das seltene Stück wurde in dem russischen Gouvernement Nowgorod erlegt.

In der Sitzung am 4. März hielt Graf *Zedlitz und Trützschler* einen Vortrag über den Einfluß des russischen Winters auf die Vogelwelt und führte folgendes aus: Im Gebiet der Schara, wo der Vortragende 3 Jahre während des russischen Feldzuges seine Beobachtungen ausführte, dauert der Winter mit Schnee und Eis vom November bis Ende März ununterbrochen fort. Die Nebelbildung in dem ausgedehnten Sumpfgebiet hemmt die Kälte etwas, so daß bei Frost die Temperatur durchschnittlich etwas höher ist als auf der Hochfläche von Litauen. Dies tritt bei starkem Frost über — 20° C besonders in Erscheinung, weniger dagegen bei mäßigem Frost. Trotzdem herrscht auch im Scharagebiet ein sehr strenger Winter, der nicht ohne Einfluß auf die Vogelwelt und den Zug der Vögel bleibt, soweit es sich um Arten handelt, die erst spät fortziehen oder teilweise hier überwintern. Infolgedessen machen sich im Vergleich zu den Verhältnissen im östlichen Deutschland viele biologische Abweichungen bemerkbar.

Graf *Zedlitz* besprach dann das Verhalten der einzelnen Vogelarten unter dem Einfluß des russischen Winters, wovon folgendes hervorzuheben ist: Der Zug der Graugans drängt sich in der ersten Dekade des Oktobers zusammen, während er im östlichen Deutschland erst von Mitte Oktober bis Ende November am

stärksten in Erscheinung tritt. Das grünfüßige Tischhuhn, das bei uns oft überwintert, verschwindet schon zeitig im Herbst. Der Herbstzug der Waldschnepfe findet 4—6 Wochen früher statt. Ringeltaube, Star, Buchfink, Grauanmer, Goldammer und Amsel, die bei uns alle häufig und gern überwintern, sind im Scharagebiet ausgesprochene Zugvögel, die stets im Winter ihre Heimat verlassen. Der Vortragende gab darauf eine größere Reihe von Anfangsdaten des Frühjahrszuges, aus denen hervorgeht, daß der lange und harte Winter die früh ziehenden Vogelarten am zureichenden Eintreffen verhindert und sie so vor Verlusten bei Wettersturz und Nachwinter bewahrt, was bei uns so häufig der Fall ist. Andererseits treffen die spätziehenden Arten nicht später als in Ostdeutschland ein, zum Teil sogar etwas früher, wie Kuckuck, Wiedehopf und Laubsänger, so daß eine Benachteiligung der Fortpflanzung infolge verspäteter Brut ausgeschlossen erscheint.

Die nordischen Wintergäste, wie Euten, Möven, Säuer, fehlen im Scharagebiet völlig, da die breiteren Flüsse alle zugefroren sind. Nur die Stockente, die hier Standvögel ist, bevölkert im Winter die offenen Stellen der Bäche und Gräben, die, wunderbarer Weise, trotz der anhaltenden hohen Kälte nicht völlig zufrieren. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung liegt wohl in dem sehr üppigen Pflanzenwuchs auf dem Wassergrunde. Durch die Zersetzung massenhaft vermodernder Pflanzenteile wird vermutlich beträchtliche Wärme erzeugt, die das völlige Zufrieren der kleineren Gewässer verhindert.

Unter den Raubvögeln überwintert der Sperber sehr zahlreich im Scharagebiet. Andere Standvögel sind: Spechte, die überaus zahlreich vorkommen, Walddkauz, Waldohreule, Kolkraße, Saatkrahe, Eichelhäher, Raubwürger, Kirschkehlchen, Grünling, Stieglitz, Gimpel, Haubenlerche, Kleiber, Baumläufer, Meisen, Zaunkönig, Goldhähnchen. Von den Sängern traf Graf Zedlitz die Wacholderdrossel, Heckenbraunelle und das Rotkehlchen vereinzelt im Winter an.

Als Wintergäste erschienen regelmäßig: der Seiden-schwanz, Bergfink und Leinfink, letztere beiden hauptsächlich als Durchzügler.

Die im Winter erlegten Vögel befanden sich stets in bester Körperkonstitution und besaßen sogar erheblichen Fettansatz, woraus hervorgeht, daß der strenge russische Winter keinen schädlichen Einfluß auf die Vogelwelt ausübt, während das milde, aber launische Klima in Deutschland viel ungünstiger auf die Tierwelt einwirkt und viel größere Opfer fordert. Ferner ist in dem von der Kultur noch verschont gebliebenen Sumpfbereich der Schara auch im Winter für viele Vogelarten der Tisch noch reich gedeckt, denn in den Gräben wimmelt es an zahllosem Kleingetier und Pflanzenwuchs und auf dem Lande streuen die Samenkapseln des üppig wuchernden Unkrauts immer wieder von neuem ihren reichen Inhalt über die Schneedecke aus, da das Aufplatzen der Samenkapseln trotz Sturm und Kälte sich fast über den ganzen Winter erstreckt.

Sehr auffallend ist, daß trotz des im Scharagebiet so häufig auftretenden Rauhrefs die Meisen, Goldhähnchen und Baumläufer gar keine Not zu leiden scheinen, so daß die Richtigkeit der von den Vogel-schützern so häufig geäußerten Ansicht von dem vernichtenden Einfluß des Rauhrefs auf die Vogelwelt sehr zweifelhaft erscheinen muß.

In der sich anschließenden Diskussion kam die Sprache auf das Brutgeschäft von *Gallinago gallinago*

und das Wandern der Meisen. Dr. Heinroth und Herr Schulz hielten es für wahrscheinlich, daß die Bekassine zweimal, vielleicht sogar dreimal im Sommer brütet, da sie noch im August Dungenjunge aufgefunden haben. Major v. Lucanus wies auf die interessanten Ergebnisse des Ringversuchs über den Zug der Meisen und der Amsel hin. Bei beiden Vogelarten begeben sich nur die jungen Vögel im ersten Herbst auf die Wanderschaft, während die alten Vögel sesshafte Standvögel sind, die zu allen Jahreszeiten an ihrem Wohnort verbleiben. Die Wanderlust der jungen Vögel kann im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes, übertragen auf psychische Eigenschaften, als das vorübergehende Aufklappen eines Zugtriebes früherer Ahnen aufgefaßt werden.

In der Sitzung am 8. April hielt Major von Lucanus einen Vortrag über **Bastarde und Farbenabänderungen der Waldhühner**, und führte folgendes aus: Der häufigste in der Natur vorkommende Mischling ist der Rackelhahn, der entweder mit fast gleichmäßig schwarzer Färbung mehr dem Birkhahn gleicht, oder infolge aschgrauer Perlung des Kopfes und Oberhalses mehr dem Auerhahn ähnelt. Der Birkhahntypus ist der häufigere, während der Auerhahntypus sehr selten auftritt. Diese Erscheinung hängt vielleicht damit zusammen, daß meistens ein Birkhahn der Vater ist. Die Anwesenheit von Auerhennen auf den Birkhahnbalzplätzen wurde schon oft beobachtet, während eine Paarung zwischen Birkhenne und Auerhahn bisher nicht verbürgt ist und jedenfalls selten stattfindet, falls sie überhaupt vorkommt.

Der Birkhahn ist als Bastard stets an folgenden Merkmalen zu erkennen:

1. Am Hals und auf der Brust trägt das schwarze Gefieder einen bronzefarbenen Glanz im Gegensatz zu der blauen Schillerfarbe des Birkhahnes und dem grünen Brustschild des Auerhahnes. Diese Glanzfarben sind bekanntlich keine Pigment-, sondern Strukturfarben, d. h. sie werden durch Strahlenbrechung des Lichts hervorgerufen. Die farblosen, prismatisch wirkenden Kästchenzellen auf der Oberseite der Federn sind beim Rackelhahn von anderer Beschaffenheit als beim Auer- und Birkhahn. Infolgedessen wird anstatt des grünen bzw. blauen Glanzes ein bronzefarbiger Schein erzeugt.

2. Der Stoß des Rackelhahnes ist gegabelt im Gegensatz zu dem abgerundeten Stoß des Auerhahnes; die äußeren Federn sind aber nicht wie beim Birkhahn sichelartig gebogen, sondern gerade. Die unteren Schwanzdecken bedecken den Stoß zu $\frac{2}{3}$ Länge, während sie beim Birkhahn über ihn hinausragen und beim Auerhahn nur die Hälfte der Schwanzlänge erreichen.

Die Rackelhenne gleicht äußerlich im wesentlichen der sich untereinander sehr ähnlichen Auer- und Birkhenne. Ihr sicheres Erkennungszeichen ist der Schwanz, der am Ende gerade abgeschnitten erscheint zum Unterschied von dem abgerundeten Schwanz der Auerhenne und dem gegabelten Schwanz der Birkhenne. Bezüglich der unteren Schwanzdecken gilt dasselbe wie beim Rackelhahn.

Die Schwellfalte im Gehörgang und der Fortsatz des Unterkieferwinkels, die beim Auerhahn die Taubheit während des Balzens verursachen, sind auch beim Rackelhahn soweit ausgebildet, daß sie dieselbe Erscheinung hervorrufen.

Ein anderer Waldhuhnbastard ist das Birk-Schneehuhn, das sich durch eine ganze oder teilweise Befiederung der Zehen und eine schwarz-weißgescheckte Färbung auszeichnet.

bung auszeichnet. *Naumann* beschreibt einen solchen Bastard, der außerdem einzelne braune Federn im Kleingefieder trug, die nach seiner Ansicht vom Sommerkleid des Schneehuhns ererbt waren. Der Vortragende wies darauf hin, daß der Bastard von Schnee- und Birkhuhn vielleicht analog dem Schneehuhn eine doppelte Mauser hat und infolgedessen der Hahn im Sommer schwarz-braun, im Winter schwarz-weiß gescheckt ist. Der von *Naumann* beschriebene Vogel mit schwarz-weiß-brauner Färbung befand sich vielleicht im Wechsel zwischen Sommer- und Winterkleid.

Liebe erwähnt in der Ornithologischen Monatsschrift 1891 einen angeblichen Bastard zwischen Auer- und Schneehuhn, dessen grünschillerndes Brustgefieder auf die Vaterschaft des Auerhahnes hinweist. In Anbetracht des bedeutenden Größenunterschiedes des Auerhuhnes und Schneehuhnes erscheint es jedoch sehr zweifelhaft, ob es sich wirklich um einen solchen Mischling handelt. Der betreffende Vogel befindet sich im Museum in Bergen und ist einer näheren Untersuchung wert.

Auch zwischen Birkhuhn und Haselhuhn kommen Bastarde vor. Diese Mischlinge der Waldhühner sind deswegen besonders interessant, weil es Kreuzungsprodukte verschiedener Arten aus der Natur sind, die im allgemeinen sehr selten vorkommen. Der häufigste in der Freiheit entstehende Vogel-Bastard ist der Mischling zwischen Rabenkrähe und Nebelkrähe, der im Gebiet der Elbe, wo die Verbreitzonen dieser beiden Krähen zusammenstoßen, vorkommt. Rabenkrähe und Nebelkrähe gleichen sich, abgesehen von der Färbung, physiologisch wie biologisch so vollkommen, daß man kaum von 2 verschiedenen Arten sprechen kann, sondern sie ebensogut als geographische Unterarten ansehen darf, so daß also Mischehen zwischen diesen beiden Vögeln weiter nicht auffallend erscheinen können.

Major von *Lucanus* legte ferner eine hahnenfedrige Auerhenne und eine hahnenfedrige Birkhenne aus seiner Privat-Sammlung vor. Erstere gleicht im Gefieder fast völlig einem Auerhahn, während Letztere sich durch einen prächtigen Stoß mit stark entwickelten Sichel-federn auszeichnete, wie sie sonst nur bei alten Hähnen zu finden sind. Der Vortragende wies darauf hin, daß die Hahnenfedrigkeit offenbar durch Sterilität verursacht werde, infolge Entartung der Keimdrüsen durch Alter oder Krankheit. Ein Beweis hierfür ist die bei Kastration der Haushühner immer eintretende Hahnenfedrigkeit. Ferner hat *Poll* in zahlreichen Fällen nachgewiesen, daß eine krankhafte Veränderung der Keimdrüsen weiblicher Vögel, welche deren natürliche Funktion verhindert, stets Hahnenfedrigkeit nach sich zieht.

Eine Störung der Keimdrüsen findet sich häufig bei Bastarden; auch in diesem Falle reagiert darauf der weibliche Organismus durch Ausbildung des Männchenkleides. Eine Fruchtbarkeit hahnenfedriger Weibchen

ist bisher noch nicht einwandfrei nachgewiesen worden. Auch Zwitterbildung wird als Ursache der Hahnenfedrigkeit angesehen, die dann nur scheinbar vorhanden ist, da es sich nicht um weibliche Tiere, sondern um Wesen mit doppelter Geschlechtsbildung handelt. Ein Gimpelzwitter, den *Heinroth* früher in der ornithol. Gesellschaft vorgelegt hat, besaß einen eigentümlichen lateralen Dimorphismus. Seine rechte Brustseite trug die rote Männchenfarbe, die linke dagegen die graue Weibchenfärbung. Wegen der linksseitigen Lage des Eierstockes bei dem weiblichen Vogel muß der Zwitter stets auf der rechten Seite das männliche, auf der linken Seite das weibliche Geschlechtsorgan besitzen. Die Folge davon ist dann dieser laterale Dimorphismus, wie er bei diesem Gimpel und auch noch an anderen Vogelzwittern beobachtet worden ist. Im Gegensatz hierzu tritt aber die Hahnenfedrigkeit der Waldhühner gleichmäßig am ganzen Körper auf. Es ist daher zweifelhaft, ob es sich auch um Zwitterbildung handeln kann.

Etwas ganz anderes als die Hahnenfedrigkeit der Hennen ist die Hennenfedrigkeit der Hähne. Sie tritt nur als eine Hemmungsbildung in Erscheinung, als eine nicht völlige Vermauserung des dem Weibchen ähnlichen Jugendkleides. Dagegen ist ein Vertauschen des Prachtkleides in das unscheinbar gefärbte Weibchenkleid bisher noch nicht nachgewiesen worden. Auch kastrierte Haushähne behalten stets ihr Männchengefieder, nur die Kämme und Kehllappen schrumpfen ein.

Unter den Bälgen, die Major von *Lucanus* vorlegte, erregten außer den schon erwähnten Stücken reine Albinos von Auer- und Birkwild, ein weißgescheckter Birkhahn, sowie ein hahnenfedriges Blaukehlchen mit prachtvoll tiefblauer Kehle, besonderes Interesse.

Hierauf sprach Professor *Neumann* über **Habichte und Loris aus dem papuanischen Gebiet**. Dr. *Heinroth* zeigte einen jungen lebenden Nachtreier im Alter von 13 Tagen. Der Vogel ist im Brutapparat erbrütet worden und wird von Dr. *Heinroth* zur Herstellung photographischer Aufnahmen seiner Entwicklung aufgezogen. Die im Wachsen begriffenen Federn der hinteren Körperhälfte tragen auf ihren Spitzen graue Daunen, die an den Federn der vorderen Körperhälfte fehlen, wodurch der Vogel das höchst eigenartige Aussehen erhält, als ob er aus den Körperteilen zweier ganz verschiedener Vögel zusammengesetzt wäre. Diese Erscheinung hat Dr. *Heinroth* bisher bei der Entwicklung anderer Vogelarten nicht wahrgenommen. Ferner zeigte Dr. *Heinroth* mehrere photographische Aufnahmen eines infolge Krankheit gänzlich unbefiederten Vazapapageien. Stellung und Bewegung der Gliedmaßen und Gelenke kamen auf den Bildern in sehr anschaulicher Weise zur Geltung.

F. von *Lucanus*.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Geographische Zeitschrift;

Heft 2, Februar 1917.

Emil Deckert †; von *Otto Maull*. Am 1. Oktober 1916 starb *Emil Deckert* (geb. 1848 zu Taucha i. S.), Ordinarius der Geographie an der Universität Frankfurt a. M. *Deckert* war in erster Linie Wirtschaftsgeograph, lange Wanderjahre (1884—85 und 1891—99) in Nordamerika machten ihn zum besten Kenner dieses Erdteils unter den deutschen Geographen; als solcher schuf er seine prächtige Länderkunde von „Nord-

amerika“ (1894, 1904, 1913). Aus seiner äußerst reichen literarischen Produktion seien ferner erwähnt: „Handels- und Verkehrsgeographie“ (1882, 1885, 1902, 1908), „Kolonialreiche und Kolonisationsobjekte der Gegenwart“ (1885), „Cuba“ (1899), „Das Germanische Amerika“ (1911), „Die Länder Nordamerikas in ihrer wirtschaftsgeographischen Ausrüstung“ (1916), „Panlatinismus, Panslawismus und Panteutonismus in ihrer Bedeutung für die politische Weltlage“ (1914), endlich „Das Britische Weltreich“ (1916). In *Deckert* verliert die geographische Wissenschaft einen bedeutenden Ver-

treter; auch die übrige deutsche Welt muß den Verlust des besten geographischen Kenners von Nordamerika gerade jetzt tief bedauern.

Das mitteleuropäische Binnenschiffahrtsnetz und die Möglichkeit seiner Ausgestaltung nach dem Kriege; von Richard Hennig.

Die Türken und das osmanische Reich. III. Das Osmanische Reich; von Eugen Oberhummer.

Heft 3, März 1917.

Die Ausgestaltung des erdkundlichen Unterrichts nach dem Kriege in preußischen Volks- und Mittelschulen; von Karl Schneider.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte in der Schweiz; von H. Keller. Reichliche Wasserführung und starkes Gefälle haben von jeher die zeitgemäße Ausnutzung der Wasserkräfte in der Schweiz veranlaßt. Sehr bedeutender Aufschwung ist eingetreten seit der Fernübertragung der durch Wasserkraft gewonnenen elektrischen Energie vom Erzeugungs- zum Verbrauchsorte. Auch die Verwertung für elektrochemische Zwecke hat große Verbreitung gefunden. Am 1. Januar 1914 waren bei mittlerer Leistung 526 100 Pferdestärken bereits ausgenutzt und 1373 100 noch verfügbar, zusammen 46 Pferdestärken auf das Quadratkilometer, mehr als siebenmal soviel wie im preußischen Berg- und Hügelland. Besonders betrachtet sind die natürlichen Vorbedingungen für die Anlage von Speicherbecken in hoher Lage, die mit Gefällen von einigen hundert Metern (bis zu 1638 m beim Fullyserwerke) neuerdings beim Ausbau der Wasserkräfte gern verwandt werden.

Die Türken und das osmanische Reich; von Eugen Oberhummer. (Schluß.)

Alfred Philipppsons Reisen in Klein-Asien; von Karl Oestreich.

Heft 5, Mai 1917.

Die politischen Probleme des östlichen Mittelmeeres; von Otto Maull.

Der siebenbürgische Kriegsschauplatz; von Joh. Sölch. Im Anschluß an einige Bemerkungen, die das Verhältnis des Königreichs Rumänien und des rumänischen Volkes zur Monarchie und besonders zu Siebenbürgen betreffen, wird das Grenzgebiet der Südostkarpathen zwischen Donau und Prisloppaß nach Formung und Aufbau, Fluß- und Kammnetz, Bevölkerung, wirtschaftlicher und militärischer Bedeutung kurz, aber scharf gewürdigt. Es werden dabei zuerst der Außenwall, dann der Innenwall und die Zwischensenke, endlich die Hauptsiedlungen und -verkehrswege des inneren Beckens gekennzeichnet. Zum Schluß wird ein Blick auf die Kämpfe geworfen, die zur Befreiung Siebenbürgens führten.

Die Seefahrerepoche des Volkes Israel, zugleich ein neuer Beitrag zur Lösung der Ophirfrage; von R. Hennig. Der Aufsatz gibt eine Zusammenfassung dessen, was von der kurzen Zeit, da die Israeliten sich als Seefahrer betätigten, bekannt ist. Die berühmte Glanzleistung dieser Zeit, Salomos Ophirexpedition, bildet den Kern der Darlegung. Verfasser schließt sich rückhaltlos der Manch-Petersschen Anschauung an, daß Ophir nur im Maschonaland gesucht werden dürfe. Er stützt diese Hypothese neuerdings durch den Nachweis, daß das Goldland im Hinterland der Sofalaküste noch im 14. Jahrhundert von dem arabischen Geographen Ibn Batuta als „Yöüfi“ bezeichnet wird.

Heft 8, August 1917.

Englands Seeherrschaft und unser Kampf um die Freiheit der Meere; von Alfred Hettner.

Der rumänische Kriegsschauplatz; von Joh. Sölch. In diesem Aufsatz, einer Fortsetzung des vorigen, werden die für den Krieg wichtigen geographischen Verhältnisse vor allem der Walachei geschildert; dabei wird die Lage von Craiova und von Bukarest und die Bedeutung des „Walachischen Tores“ hervorgehoben.

Weiter wird die Rolle des Donaustroms als Grenze und der Dobrudscha als eines gewaltigen Brückenkopfs auseinandergesetzt; und auch hier wird zuletzt ein kurzer Überblick über den Gang der Kriegsergebnisse gegeben, die mit der Besetzung der Walachei und der Dobrudscha ihren vorläufigen Abschluß fanden.

Südost-Europa und Vorder-Asien; von Richard Marek.

Beiträge zur Kenntnis der Rasenabschälung; von B. Brandt. Eine bisher nur wenig beachtete Form der Abtragung, bei der der Zusammenhang einer Rasendecke getrennt und der so entstandene Vegetationsdefekt erweitert wird, ist von Sapper als Rasenabschälung bezeichnet worden. Seinen Beobachtungen aus Island und den Alpen schließen sich solche aus dem norddeutschen und polnischen Diluvium, aus der chilenischen Küstenkordillere und aus dem tropischen Brasilien an. Die Rasenabschälung wurde vorwiegend beobachtet auf der Sohle zeitweilig überschwemmter Trockentäler, wo als Ursache Auskolkungswirkungen des fließenden Wassers angenommen werden. Bei größeren Rasendefekten und am rasenentblößten Rande von Teichen wird dem Winde eine unterstützende Rolle zugeschrieben. An Gehängen, wo die Erscheinung schon diskutiert wurde, scheinen Grad der Böschung, mechanische Verletzung durch Tier und Mensch und Festigkeit des Rasenfilzes für das Vorhandensein oder Fehlen der Rasenabschälung ausschlaggebend zu sein. Nach Sappers und Brandts Beobachtungen ist die Rasenabschälung weitverbreitet, tritt aber je nach Anwesenheit begünstigender, unterstützender und hemmender Faktoren regional abgestuft auf.

Heft 9, September 1917.

Die landwirtschaftliche Selbstversorgung Deutschlands; von Hans Bernhard. Der Verfasser untersucht auf Grund der natürlichen und wirtschaftlichen Gegebenheiten die Brauchbarkeit der deutschen Landbau-räume im Dienste dauernder Selbstversorgungswirtschaft. Er geht dabei von der Tatsache aus, daß Deutschland in den letzten Jahrzehnten nur mehr in bedingter Weise selbstversorgende Bodenkultur ausgeübt hat. Die Jahresmehreinfuhr an Nahrungs- und Genußmitteln allein erreichte in der letzten Zeit vor dem Kriege den Wertbetrag von rund 3 Milliarden Mark. Dazu kommt die Summe von gegen 2 Milliarden Mark für die Beschaffung landwirtschaftlicher Rohmaterialien der Industrie. Aber auch Hilfsmittel für die landwirtschaftliche Erzeugung wurden mehr einzeln eingeführt. Futterstoffe im Werte von über 1 Milliarden Mark, Düngemittel in solchem von annähernd einem Zehntel davon. Im Vergleich zu anderen Industriestaaten ist dieser Zustand noch immer nicht ungünstig, eine Folge der weitschauenden Fürsorge, deren sich die Bodenkultur des neuen Deutschen Reiches erfreuen durfte sowie des werktätigen Strebens der großen und kleinen Grundbesitzer nach Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion. Auch sind die Möglichkeiten zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Selbstversorgung recht gute. In den Ödlandschaften, vorab jenen im Nordwesten des Reiches, läßt sich für alle landwirtschaftlichen Hauptbetriebszweige eine ansehnliche Arealausdehnung erzielen. Die Flächeneinheitserträge lassen sich schon auf Grund der heutigen Bedingungen der Bodenkultur bedeutend, zum Teil bis zur Verdoppelung steigern. Auch durch Veränderungen in der Bodenbenutzungsform, vor allem durch die Ausdehnung des so nährfähigen und auch außerlandwirtschaftliche Kräfte in den Dienst der Urproduktion stellenden Gartenbaues, kann die Selbstversorgung bedeutend gehoben werden. In der Versorgung mit gewissen landwirtschaftlichen Erzeugnissen (einzelnen Getreidearten, tropischen Futtermitteln für eine intensive Viehhaltung, fett- und ölliefernden Gewächsen, Faserstoffen) bleibt die Abhängigkeit vom Auslande natürlich bestehen, doch braucht sie nicht zu sehr zu beängstigen, weil anderseits in der Ver-

sorgung mit gewissen wichtigen Hilfsstoffen (Kali) das Ausland auf Deutschland angewiesen ist.

Der Einfluß des Waldes auf das westpreußische Landschaftsbild; von Fritz Braun. Der Verfasser betont, daß beinahe alle Landschaftsbilder Westpreußens, die auf malerische Schönheit Anspruch machen können, ihre Reize ebenso sehr den Wäldern und Binnengewässern verdanken, wie dem Relief des Bodens. Die weiten Wälder des unteren Weichsellandes verdienen schon deshalb besondere Teilnahme, weil sie an einer wichtigen Klimagrenze liegen, die der Verlauf der Buchengrenze kennzeichnet. Hinsichtlich der Beziehungen zwischen dem Walde und den Siedelungen wird dann dargelegt, daß die deutschen Ansiedler der Ostmark die großen Wälder eher flohen als aufsuchten. Auch heute noch gehören vereinzelte Lichtungsdörfer in Westpreußen zu den Ausnahmen. Die Waldbauern fühlen sich nur wohl, wenn sie auf pikkenartigen Flurstreifen oder geräumigen Blößen an Nachbardörfern einen Rückhalt haben.

Die politisch-geographischen Probleme der Balkanhalbinsel; von Arthur Dix.

Heft 12, Dezember 1917.

Die geographischen Bedingungen der politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse Polens; von Fritz Braun. Der Verfasser schildert die Bodenform, das Klima und die Organismenwelt Polens und damit die Verhältnisse des Erdraums, in dem sich das polnische Volk seine Heimat schaffen sollte. Dann erörtert er, welchen politischen und kulturellen Auswirkungen anderer Völker es im Laufe seiner Geschichte ausgesetzt war, und mit welchen Gegenwirkungen es darauf antwortete. Zum Schluß sucht er die Frage zu beantworten, ob die Kenntnis der früheren Entwicklung uns einen einigermaßen klaren Blick in die Zukunft des Landes gestattet.

West-Rußland im Spiegel der einheimischen Ortsnamen; von B. Brandt. Von wie hohem Werte die Kenntnis der Ortsnamen für die Landeskunde ist, zeigt das Beispiel Westrußlands (Polen, Litauen, Weißrußland). Hier ist es möglich, an der Hand mehrerer Hundert ausgewählter Namen, welche auf die Natur des Bodens, die Grundlagen der Besiedlung, die Wirtschaft, das Bevölkerungswachstum und den Verkehr, auf die staatliche Entwicklung und die Geschichte hinweisen, eine kleine verhältnismäßig vollkommene Skizze des Landes zu entwerfen. Besonders beachtenswert ist die in den Ortsnamen zum Ausdruck gebrachte feine Beobachtung der Natur: z. B. die Andeutung der diluvialen Böden, die Charakterisierung der Gewässer, der Sümpfe und der Wälder.

Heft 1, Januar 1918.

Die russische Herrschaft in Turkestan; von Fritz Machatschek.

Der erdkundliche Unterricht auf der Oberstufe der höheren Lehranstalten; von F. Lampe. Kritische Erörterung der in den letzten Jahren von den verschiedensten Seiten angestellten Erwägungen über zweckmäßige Lehrplanfestsetzungen für erdkundlichen Oberklassen-Unterricht führt zum Ergebnis, daß am empfehlenswertesten ein Jahr allgemeine Geographie und zwei Jahre Allgemeine, vergleichende Länderkunde seien, beide Lehraufgaben sauber auseinander gehalten. Ein festgefügtter Lehrplan ist jedenfalls zu wünschen.

Heft 2/3, Februar 1918.

Über Gebirge und Gebirgsgrenzen; von Karl Sapper. Eine anthropogeographische Skizze. Da Flächen geringer Neigung sich am besten für menschliche Siedlung und Wirtschaft eignen, so

kann man in ihrer Ausdehnung ein Maß der Siedelungs- und wirtschaftsgeographischen Eignung der Gebirge sehen. Die verschiedenen Gebirgstypen werden nun daraufhin untersucht (Landschaft, Stufenlandschaft, Plateau-, Rücken-, Kamm-, Ketten-, Querkamm- und Massengebirge), außerdem aber auch die geologischen, hydrologischen und klimatischen Eigenschaften berücksichtigt. — I. Da tropische Gebirge eine viel größere klimatische Mannigfaltigkeit aufweisen, als Gebirge der gemäßigten Zonen, so wird ein tropisches Gebirgsland (nördliches Mittelamerika) auf seine Eigenschaften als menschlicher Wohnraum untersucht und gezeigt, daß die dortigen Völker an bestimmte klimatische Bedingungen gewöhnt sind und sich nur sehr schwer an andere akklimatisieren lassen. Bei Gebirgen der gemäßigten Zone, wie den Alpen, treten keine so scharfen Unterschiede hervor, aber immerhin zeigen auch hier die Bewohner bestimmter Gebiete besondere Züge in ihren körperlichen, geistigen und wirtschaftlichen Eigenschaften. — II. Als Verkehrsräume sind die Gebirge durch größere oder geringere Häufigkeit brauchbarer Verkehrsstreifen untereinander verschieden. Die Gebirge können um so leichter überschritten werden, je günstiger und je zahlreicher die Pässe und Durchgangslinien sind und je gleichmäßiger deren Entfernung ist. Für den Binnenverkehr ist das Vorhandensein von Längstälern und größeren Ebenheiten wichtig. — III. Für strategische Zwecke sind Gebirge um so günstiger, je reicher sie hinter dem Hauptanstieg an leicht gangbaren Flächen und an Wegen nahe dem Hauptverteidigungssystem sind; immer bieten sie dem Hinterland eine Schutzsicherung. — IV. In primitiven Verhältnissen bilden Gebirge im ganzen die Grenzen; später reicht die Grenzlinie oft auf Kämme oder Talengenzüge; da aber die wirtschaftlichen Verhältnisse, wie die körperlichen Eigenschaften der Gebirgsbewohner in weitgehendem Maße übereinzustimmen pflegen, so ist es, schon um kein einheitliches Wirtschaftsgebiet durchschneiden zu müssen, auch in hochentwickelten Verhältnissen am vorteilhaftesten, die Grenze an den Saum oder selbst ins Vorland des Gebirges zu legen, wobei freilich auch Rücksichten auf die Völkerverhältnisse zu nehmen sind.

Flandern und Wallonien; von K. Kretschmer.

Das Handbuch von Polen; von J. Partsch. Verfasser bespricht eingehend das auf Anregung des Kais. Generalgouverneurs Generalobersten v. Beseler von der Landeskundlichen Kommission beim Generalgouvernement Warschau herausgegebene *Handbuch von Polen*, XXII und 466 S., Berlin W. Reimer, 1917, ein vornehmes, mit Karten und Abbildungen reich ausgestattetes Werk, das gerade der naturwissenschaftlichen Kenntnis des Landes nicht nur eine Zusammenfassung der älteren bisher in Deutschland wenig bekannt gewordenen Ergebnisse einheimischer Forscher bietet, sondern neue Beobachtungen berufener deutscher Fachgelehrter. Wenn der Herausgeber E. Wunderlich, ein hoffnungsvoller Schüler Pencks, die Oberflächengestaltung schildert, vertritt Professor R. Michael Geologie, Bergbau und Hüttenwesen, J. Kölzer behandelt das Klima, der Karpatenforscher Ferd. Pax die Pflanzenwelt, sein Sohn Professor Pax die Tierwelt. Auch Landwirtschaft und Wald erhalten besondere Kapitel aus der Feder von K. v. Esden-Tempski und Oberforstmeister Laspeyres. Der Geograph Max Friederichsen überblickt Lage und Grenzen, auch die politische Machtentwicklung und den Gang der Erforschung, andere Fachmänner Volkskunde, Siedlungsverhältnisse, Industrie, Handel und Verkehr.

Neue Bausteine zur Geschichte der arabischen Geographie; von Julius Ruska.

Die Karte von Kamerun in 1 : 300 000; von F. Thorbecke.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 26.

28. Juni 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Historischer und naturwissenschaftlicher Materialismus. Von *Dr. M. Kronenberg, Berlin*. S. 381.
Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen. Von *Privatdozent Dr. W. Eitel, Frankfurt a. M.* S. 385.

Besprechungen:

Müller, Erich, Das Eisen und seine Verbindungen. Von *J. Koppel, Berlin-Pankow*. S. 388.

Zoologische Mitteilungen:

Beobachtungen und Versuche an Süßwasserpolyphen (*Hydra fusca*). Das Prinzip der raumausfüllenden Rezeptionsfähigkeit. Die bannende Wirkung künstlicher Lichtquellen auf In-

sekten. Ueber die Kleintierwelt der südlichen Balkanländer. Beobachtungen an einem Nest von *Vespa germanica*. S. 390—393.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg. S. 393.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Meteorologische Zeitschrift; 1917, H. 3, 4/5, 6/7, 8/9 und 10/11. S. 395.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Färberei- und textilchemische Untersuchungen

Anleitung zur chemischen Untersuchung und Bewertung der Rohstoffe, Hilfsmittel und Erzeugnisse der Textilveredlungsindustrie

Von

Dr. Paul Heermann

Professor, ständiger Mitarbeiter und Leiter der textiltechnischen Prüfungen am Kgl. Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin

Vereinigte dritte Auflage der „Färbereischemischen Untersuchungen“ und der „koloristischen und textilchemischen Untersuchungen“

Mit 7 Textabbildungen

Preis gebunden M. 16.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandter Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Dem naturwissenschaftlichen Forscher unentbehrlich! Handwörterbuch der Naturwissenschaften



Das Gesamtgebiet der Naturw. umfassend: 10 Bände mit über 12000 Seiten Text u. 8863 Abb. Preis 277 Mk. gebunden. Zur Erleichterung der Anschaffung werden bequeme Monats- oder Quartalsraten eingeräumt. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang.

Prospekt kostenfrei.

Hermann Meusser Buchhandlung
BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

* Die Silicate

in chemischer und technischer Beziehung

Unter Zugrundelegung der seitens der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen preisgekrönten Hexit-Pentit-Theorie nebst Umwandlung derselben in eine allgemeine stereochemische Theorie

Von Dr. **W. Asch** und Dr. **D. Asch**
Berlin

1911 — Preis M. 16.—; gebunden M. 18.—

Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher:
auf geheftete 20 %, auf gebundene 30 %

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekoht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Bitte Preisliste
verlangen

Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10ccm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtings- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

in Pillenform

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G. m. b. H. CÖLN a. Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

28. Juni 1918.

Heft 26.

Historischer und naturwissenschaftlicher Materialismus.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Die Säkularerinnerung an *Karl Marx* (geboren am 5. Mai 1818) lenkt von neuem die Aufmerksamkeit ganz besonders hin auf diesen Begründer der sozialistischen Theorie. Mehr noch tut dies der deutlich erkennbare zunehmende Einfluß, den seine Lehren bei wichtigen Umwandlungsprozessen der jüngsten Zeit ausgeübt haben. Ganz besonders bei der gewaltigen Umwälzung in Rußland kann der Einfluß der marxistischen Lehren nicht leicht überschätzt werden. Wie man sich also auch zu den marxistischen Lehren als Doktrin stellen mag — und eine andere Stellungnahme, insbesondere eine politische, kommt natürlich hier nicht in Frage —, so bedeutet jeder Gewinn an Einsicht in die marxistische Lehre zugleich ein Mehr an Verständnis für den großen historischen Umwandlungsprozeß, dessen Zeugen und Teilnehmer wir alle sind.

Im Mittelpunkt nun der marxistischen Lehre, als das eigentliche zusammenhaltende Kernstück, steht der viel berufene *historische Materialismus*. *Marx* trat damit um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hervor, zu einer Zeit also, da der *naturwissenschaftliche* Materialismus seinen großen Einfluß ausübte und jedenfalls — man denke an Namen wie *Vogt*, *Czolbe*, *Büchner*, *Moleschott* u. a. — seine eigentliche Blütezeit hatte. Kein Wunder also, daß von vielen beide Arten von Materialismus, der historische wie der naturwissenschaftliche, in eine enge Verknüpfung gebracht wurden und werden, sei es nun, daß der erstere aus dem letzteren abzuleiten wäre oder daß beide eine gemeinsame Grundlage in wichtigen geistigen Errungenschaften jener Zeit hätten. Und diejenigen, welche der letzteren Auffassung zuneigen, sind zumeist auch vor allem überzeugt, daß insbesondere das damalige Aufblühen der Naturwissenschaften, namentlich der Biologie, auch die Entstehung des historischen Materialismus entscheidend beeinflußt und in seiner Gestaltung bestimmt habe, daß jedenfalls zwischen beiden Erscheinungen der engste Ideenzusammenhang bestehe.

Wie verhält es sich damit in Wirklichkeit?

Von vornherein erscheint jene Auffassung ebenso naheliegend, wie durch die Natur der Sache selbst wohl begründet. Und doch, um dieses Resultat gleich vorweg zu nehmen, ist sie falsch; und die Meinung, der historische Materialismus sei bedingt oder entscheidend beeinflußt durch den naturwissenschaftlichen Materialismus, noch mehr

aber die, er sei unmittelbar bestimmt worden durch Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung, ist nichts als eine Legende, deren positiver Wahrheitsgehalt nicht größer, sondern eher noch geringer ist als es sonst bei legendären Meinungen der Fall zu sein pflegt.

Das Wesen des *historischen Materialismus* liegt, kurz angedeutet, in der Vorstellung, daß die geistige Entwicklung lediglich abhängt von der Wandlung der wirtschaftlichen Verhältnisse.

Marx hat sich darüber selbst an verschiedenen Stellen seiner Schriften ausgesprochen. Am bekanntesten ist die Stelle in der (1859 erschienenen) Schrift „Zur Kritik der politischen Ökonomie“ — die von den eifrigsten und überzeugtesten Marxisten für grundlegend, ja geradezu für klassisch gehalten wird. Es heißt hier u. a.:

„In der gesellschaftlichen Produktion ihres Lebens gehen die Menschen bestimmte, notwendige, von ihrem Willen unabhängige Verhältnisse ein, Produktionsverhältnisse, die einer bestimmten Entwicklungsstufe ihrer materiellen Produktivkräfte entsprechen. Die Gesamtheit dieser Produktionsverhältnisse bildet die ökonomische Struktur der Gesellschaft, die reale Basis, worauf sich ein juristischer und politischer Überbau erhebt, und welcher bestimmte gesellschaftliche Bewußtseinsformen entsprechen. Die Produktionsweise des materiellen Lebens bedingt den sozialen, politischen und geistigen Lebensprozeß überhaupt. Es ist nicht das Bewußtsein der Menschen, das ihr Sein, sondern umgekehrt ihr gesellschaftliches Sein, das ihr Bewußtsein bestimmt. Auf einer gewissen Stufe ihrer Entwicklung geraten die materiellen Produktivkräfte der Gesellschaft in Widerspruch mit den vorhandenen Produktionsverhältnissen, oder, was nur ein juristischer Ausdruck dafür ist, mit den Eigentumsverhältnissen, innerhalb deren sie sich bisher bewegt hatten. Aus Entwicklungsformen der Produktivkräfte schlagen diese Verhältnisse in Fesseln derselben um. Es tritt dann eine Epoche sozialer Revolution ein. Mit der Veränderung der ökonomischen Grundlage wälzt sich der ganze ungeheure Überbau langsamer oder rascher um. In der Betrachtung solcher Umwälzungen muß man stets unterscheiden zwischen der materiellen, naturwissenschaftlich treu zu konstatierenden Umwälzung in den ökonomischen Produktionsbedingungen und den juristischen, politischen, religiösen, künstlerischen oder philosophischen, kurz ideologischen Formen, worin sich die Menschen dieses Konfliktes bewußt werden und ihn ausfechten. So wenig man das, was ein Individuum ist, nach dem beurteilt, was es sich selbst dünkt, ebenso-

wenig kann man eine solche Umwälzungsepoche aus ihrem Bewußtsein beurteilen, sondern muß vielmehr das *Bewußtsein* aus den Widersprüchen des *materiellen* Lebens, aus dem vorhandenen Konflikt zwischen gesellschaftlichen Produktivkräften und Produktionsverhältnissen erklären.“

Wenn man diese Erklärung über das Wesen des historischen Materialismus sich klar vor Augen stellt und unbefangen zu prüfen unternimmt, so fragt man sich vergebens, inwieweit denn dieser historische mit dem naturwissenschaftlichen Materialismus übereinstimme oder mit ihm dieselbe Grundlage des Denkens habe, oder wohl gar direkt aus ihm abzuleiten sei. Dieser *naturwissenschaftliche Materialismus* des vorigen Jahrhunderts, der Materialismus im eigentlichen Sinne dieses Wortes — der sich auf die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung berief; mit wieviel Recht oder aber mit wieviel Unrecht soll hier natürlich nicht weiter untersucht werden — *hatte doch sein Wesen darin*, daß für ihn das Psychische keinerlei selbständige Bedeutung hatte, weder die Prozesse des Willens noch die des Denkens und Fühlens usw., daß dies alles Funktionen der Materie seien, ableitbar aus den Kombinationen materieller Atome so gut wie irgend welche körperlichen Vorgänge im Bereiche physikalischer oder chemischer Prozesse. *Karl Vogt* hat in etwas drastisch-zynischer Art, oder doch ganz zutreffend, jenes Grundprinzip gekennzeichnet, wenn er sagt: das eine Mal kommen die Atome zusammen und beißen und stinken als Wanzen, das andere Mal dichten sie Romeo und Julia.

Von diesem Materialismus aber führt offenbar keine Brücke hinüber zu dem historischen von *Karl Marx*. Denn dieser spricht ja immer wieder von Produktionsverhältnissen, von der menschlichen Gesellschaft, ihren Entwicklungsformen usw. — kurz von Erscheinungen, die durchweg psychischer Art sind, in denen, wenn nicht bewußte Vorstellungskräfte, so doch zum mindesten Triebkräfte des Willens einen wesentlichen Faktor bilden; und nirgends ist dabei auch nur der Versuch gemacht, dies alles aus rein materiellen Bedingungen, aus den zufälligen Kombinationen materieller Atome abzuleiten. *Marx* sucht allerdings zu zeigen, daß von den Faktoren des menschlichen Gemeinschaftslebens, die den historischen Prozeß bestimmen, das sogenannte ökonomische der primäre, alle anderen, also der juristische, künstlerische, philosophische, religiöse usw., die sekundären und abgeleiteten sind, die sich nur als „Überbau“ über jener Grundlage der ökonomischen Struktur erheben. Aber es wird kein Versuch gemacht, zu zeigen, daß und warum jener ökonomische Faktor von anderen menschlichen Bedingungen abzuleiten sei als der künstlerische, religiöse usw., ebensowenig, daß er auf rein körperliche Vorgänge zurückzuführen sei. Ja, *Marx* leugnet das Psychische des ökonomischen Faktors, das Bewußte, Ideelle des wirtschaftlichen Arbeitsprozesses so wenig und kann es naturgemäß so wenig leugnen, daß er zuweilen geneigt ist, grade

darin eben das Auszeichnende, Kennzeichnende zu sehen, das ihm gegenüber anderen bloßen Naturvorgängen eine höhere Rangstufe zuweist. So heißt es in seinem Hauptwerke, dem „Kapital“: „Wir unterstellen die Arbeit in einer Form, worin sie dem Menschen ausschließlich angehört. Eine Spinne verrichtet Operationen, die denen des Webers ähneln, und eine Biene beschämt durch den Bau ihrer Wachszellen manchen menschlichen Baumeister. Was aber von vornherein den schlechtesten Baumeister vor der besten Biene auszeichnet, ist, daß er die Zelle in seinem Kopfe gebaut hat, bevor er sie in Wachs baut. Am Ende des Arbeitsprozesses kommt ein Resultat heraus, das beim Beginn desselben schon in der *Vorstellung* des Arbeiters, also schon *ideell* vorhanden war. Nicht daß er nur eine Formveränderung des Natürlichen bewirkt, verwirklicht er im Natürlichen zugleich seinen *Zweck*, den er weiß, der die Art und Weise seines Tuns als *Gesetz* bestimmt und dem er seinen *Willen* unterordnen muß. Und diese Unterordnung ist kein einzelner Akt. Außer der Anstrengung der Organe, die arbeiten, ist der zweckmäßige Wille, der sich als Aufmerksamkeit äußert, für die ganze Dauer der Arbeit erheischt und um so mehr, je weniger sie durch den eigenen Inhalt und die Art und Weise ihrer Ausführung den Arbeiter mit sich fortreißt, je weniger er sie daher als Spiel seiner eigenen körperlichen und *geistigen Kräfte* genießt.“

Wer diese Sätze liest, findet darin nicht einmal eine Andeutung von materialistischer Denkweise, eher könnte man auf eine zugrunde liegende spiritualistische Auffassungsart schließen, wenn man bemerkt, wie Gesichtspunkte der Zwecksetzung, des bewußten Willens, der Gesetzmäßigkeit des eigenen Handelns und der geistigen Kräfte u. a. m. in den Vordergrund gestellt werden.

Dieser merkwürdige Widerspruch, der vor allem auch ein Widerstreit des Namens „historischer Materialismus“ mit der Sache ist, (denn das Historische als *geistiges* Element kann eben nicht *materiell* sein), erklärt sich erst durch die Entstehungsweise der Marxistischen Lehre. Sie ist nicht hervorgegangen aus dem *naturwissenschaftlichen* Materialismus jener Zeit, noch weniger aus unmittelbaren Einwirkungen *naturwissenschaftlicher* Forschungsergebnisse, sondern — aus der Hegelschen *Philosophie*, deren Schüler *Marx* nicht weniger ist als der zweite Begründer des deutschen Sozialismus, *Ferd. Lassalle*. Insbesondere ist es aber die Hegelsche Philosophie der Geschichte, und namentlich der *Begriff des dialektischen Prozesses*, welche den Marxistischen historischen Materialismus seinem Wesen nach entscheidend bestimmt haben.

Über die Hegelsche Dialektik sind noch immer viele abenteuerliche Vorstellungen im Umlauf, so als sei sie eine Art von Arkanum, mit dem der Philosoph in Taschenspielerart die Wirklichkeit meistern wolle. In der Tat aber hat sie nur tiefgründiger und methodischer zu entwickeln und

anzuwenden gesucht, was eine der wichtigsten Voraussetzungen *alles* Denkens bildet und fast so alt ist wie die Philosophie selbst: daß, wie schon *Heraclit* sagte, der Streit der Vater aller Dinge ist, daß also Negation und Affirmation, Tod und Leben überall zu einander gehören, daß erst aus dem Gegensatz die Einheit, im Leben wie in der Erkenntnis, sich entfalten kann. Und der dialektische Prozeß, der alles Wirkliche beherrscht, ist eben diese Entwicklung durch den Widerstreit von Affirmation und Negation (Thesis und Antithesis) hindurch zu einer neuen Einheit (Synthesis). Das, was man das Wahre nennt, ist also nichts Starres, sondern etwas Flüssiges. Auf ein Beispiel dafür weist schon das Wort Dialektik hin — in der Wurzel zusammenhängend mit Dialog — das besagt: aus dem Widerstreit der Meinungen (Thesis, Antithesis) gehe die Wahrheit (Synthesis) hervor. Ähnlich würden die Parteigruppierungen der Konservativen (Thesis) und der Liberalen (Antithesis) in ihrem Widerstreit zusammen den positiven Entwicklungsgang des Staates (Synthesis) bestimmen.

Was ist nun dies, das sich dialektisch entfaltet, das Substantielle, welches durch den Widerstreit (Thesis und Antithesis) hindurch in allen Erscheinungen des Wirklichen zu höherer Einheit (Synthesis) sich fortentwickelt? Für *Hegel* ist dieses Substantielle der Geist; insbesondere ist es die Geschichte, dieses Wort in weitestem Umfange genommen (es gibt ja auch eine Geschichte der Natur¹), in der und durch welche dieser dialektische Prozeß sich vollzieht und der Geist so immer mehr zum Bewußtsein seiner selbst kommt. *Marx*, der die Hegelsche Schule der Philosophie durchgemacht, hatte diese Auffassung sich ganz zu eigen gemacht. Aber dann nahm er eine *Änderung* vor: das Substantielle des dialektischen Prozesses ist nicht der Geist, wie bei *Hegel*, sondern irgend etwas „Realeres“, Positives, und innerhalb der Geschichte im engeren Sinne, also der zeitlichen Entwicklung der Menschenwelt, ist dieses Reale und Positive, in dem man das Primäre der dialektischen Entwicklung erblicken muß, zu bestimmen als — die Struktur der *ökonomischen Verhältnisse*. Und in dieser *Abänderung* allein besteht das Wesen des *historischen Materialismus*.

Marx ist und bleibt also Hegelianer — und er selbst hat sich auch wiederholt von neuem als solchen bekannt — aber ein Hegelianer, der eine Grundlehre seines Meisters in einer bestimmten Richtung umgebogen, man könnte vielleicht auch sagen umgekehrt hat. Was aber diese Umbiegung oder Umkehrung bedeutet, ersieht man vor allem in den Einflüssen, die ihn dazu gebracht haben. Von drei Seiten her hauptsächlich wurde dabei in derselben Richtung auf *Marx* eingewirkt.

Zunächst und vor allem war da die Tatsache für *Marx* entscheidend, daß er in seinen wichtig-

sten Entwicklungsjahren, beim ersten Aufenthalt in Paris, den französischen Sozialismus kennen lernte, wie er namentlich in den Lehren von *St. Simon*, *Fourier*, *Proudhon* vertreten wurde. Dieser französische Sozialismus war aber philosophisch eng verknüpft mit dem französisch-englischen Positivismus, ganz besonders der Lehre *Auguste Comtes*. Kein Wunder also, daß in demselben Augenblick, da *Marx* vom französischen Sozialismus tief beeinflusst, seine eigene sozialistische Lehre in ihren ersten Konzeptionen auszubilden begann, auch der damit so eng verknüpfte Positivismus einflußreich mitwirkte, wenn auch weniger in einzelnen bestimmt ausgeprägten Lehren, denn als allgemeine Denkrichtung: die Metaphysik wird generell verworfen und abgelehnt, an ihre Stelle treten jetzt die positiven Wissenschaften, die erfahrungsgemäß erkennen, während jene nur „konstruiere“; dem Idealismus tritt hier der Realismus entgegen, für den alle Wirklichkeit in den Objekten, populär gesprochen in den Dingen, beschlossen liegt, denen gegenüber dem erkennenden Geiste nur die sekundäre und passive Rolle des Aufnehmens, Reflektierens, Abspiegeln zugeteilt ist; alle Betonung des Geistigen wird so als „Ideologie“ stigmatisiert, ja zur bloßen Illusion herabgesetzt; und schließlich erhebt sich sogar dem theoretischen Erkennen gegenüber die Praxis, das Handeln: die Philosophen, sagt *Marx*, haben die Welt bisher nur interpretiert, es kommt aber darauf an, sie zu verändern.

Diese positivistisch-realistische Denkrichtung breitete sich in den vierziger Jahren schon auch in Deutschland immer mehr aus, ja gewann sehr bald die Oberhand und die unbestrittene Herrschaft bis zu einem Grade, daß man um die Mitte des vorigen Jahrhunderts bereits von einem allgemeinen Zusammenbruch der bis dahin herrschend gewesenen idealistischen Denkrichtung sprechen konnte. Auch von dieser Seite her wurde dann natürlich die marxistische Lehre wesentlich beeinflusst und gefördert. Diese deutsche positivistische Denkweise empfing vielfach auch von der aufblühenden naturwissenschaftlichen Forschung und der Technik starke Impulse, aber beide waren keineswegs unmittelbar und überall verknüpft; und ebenso ging der Positivismus öfter in Materialismus über, aber auch hier leitete keine innere Notwendigkeit von einem zum anderen hin.

Endlich wurde dieser Doppeleinfluß noch gestärkt von einer dritten Seite her: nämlich durch Einwirkungen der Hegelschen Schule. Innerhalb dieser unterscheidet man ja hauptsächlich zwei Grundrichtungen, die man als Hegelsche Rechte und Hegelsche Linke bezeichnet hat. Der letzteren kann man auch *Marx* selbst (ebenso wie *Lassalle*) mit einigem Grunde zurechnen, und so ist er natürlich auch stark beeinflusst worden von den Hauptdenkrichtungen, die allgemein eben innerhalb der Hegelschen Linken hervortreten — das war aber wiederum auf der einen Seite die Hinneigung zur positivistisch-realistischen Denk-

¹ Vgl. meinen Artikel „Geschichte und Naturwissenschaft“, Fünfter Jahrgang der „Naturwissenschaften“, Heft 52 vom 28. Dez. 1917.

weise, die vereinzelt auch zum Materialismus fortging, auf der anderen die Bevorzugung der historischen und politischen Fragen. Unter den gleichzeitigen Hegelianern hat freilich nach diesen Richtungen keiner so starken Einfluß auf *Marx* ausgeübt wie *Ludwig Feuerbach* — nächst *Hegel* ist der seinige wohl überhaupt der größte, der für *Marx* ganze geistige Entwicklung in Frage kommt. *Feuerbach* war es ja auch, der die positivistische Umkehrung der Hegelschen Dialektik bis zum extremsten Materialismus steigerte — bekannt ist sein Ausspruch: der Mensch ist, was er ißt. Aber auch hier wiederum, bei *Feuerbach* selbst, ist von einer Verbindung und Beziehung zum naturwissenschaftlichen Materialismus keine Rede, nicht einmal von einem stärkeren Interesse für naturwissenschaftliche Forschung — war doch sein Denken auf der einen Seite den politischen Fragen, und sodann vor allem fast ganz den religiösen und religionshistorischen Problemen zugewandt. Was von *Feuerbach* gilt, kann im Grunde auch von *Marx* selbst gesagt werden: auch er hatte keinerlei Interesse für naturwissenschaftliche Forschung und hat sich nie ernsthaft mit ihr befaßt, sein ganzes Denken war den politischen, ökonomischen und soziologischen Fragen zugewandt.

Wenn also der historische Materialismus mit den Naturwissenschaften da und dort von *Marx* selbst, noch häufiger von manchen seiner eifrigsten Anhänger, in enge Beziehung gebracht und wohl gar unmittelbar aus ihnen abzuleiten versucht wird, so handelt es sich dabei um nachträgliche Herstellung solcher Beziehungen, entstanden aus der allgemein herrschenden positivistisch-realistischen Denkweise, auch wohl zufolge einer bloßen Modeströmung. Wie sehr diese nachträgliche Beziehung oftmals rein äußerlich war, ersieht man namentlich bei *Fr. Engels*, dem getreuen Genossen von *Marx*, der an der Aus- und Durchbildung der marxistischen Lehre einen so großen Anteil hat, daß beide schwer von einander zu trennen sind. So erläutert *Engels* z. B. einmal das Wesen des dialektischen Prozesses im Sinne des historischen Materialismus an Beispielen aus Naturprozessen; etwa so:

Das Gerstenkorn: es keimt, wächst zur Pflanze heran (Negation des Kornes), blüht, wird befruchtet und trägt wieder Gerstenkörner; wenn diese gereift sind, stirbt der Halm ab (Negation der Negation).

Oder: Die Schmetterlinge entstehen aus dem Ei durch die Negation des Eis; sie reifen heran, paaren sich und werden wieder negiert, indem sie sterben, sobald das Weibchen seine Eier gelegt hat. Durch die Negation der Negation entstehen also Hunderte und Tausende von Schmetterlingen.

Dementsprechend nun auch die Beispiele aus der sozialen Entwicklung:

Ursprünglicher Kommunismus (in den Anfängen des sozialen Lebens) — dann Privateigentum (Negation) — zukünftiger Kommunismus (Negation der Negation).

Oder ein Beispiel bei *Marx* selbst:

These: Feudalmonopol, Vorläufer der Konkurrenz — Antithese: Konkurrenz — Synthese: modernes (Bourgeoisie-) Monopol. (Dieses moderne Monopol ist die Negation des Feudalmonopols, insofern dieses die Konkurrenz voraussetzt; zugleich ist es aber die Negation dieser Konkurrenz, insofern es Monopol ist; das moderne Monopol ist demnach synthetisches Monopol, die Negation der Negation, die Einheit der Widersprüche.)

Eine gewisse innere Beziehung der Marxistischen Lehre findet innerhalb der naturwissenschaftlichen Forschung nur allenfalls zum Darwinismus statt; insbesondere haben *Marx* und *Engels* mit der Darwinschen Lehre die vom Kampfe ums Dasein übernommen. Allein es ist ja klar, wie eng hier von vornherein die Beziehungen zu allen soziologischen und historischen Problemen sind; so eng, daß die Einwirkungen auf beiden Seiten wechselseitig sind — hat doch z. B. auch *Darwin* teilweise die Lehren des englischen Nationalökonomen *Malthus* übernommen.

* * *

Was also von dem behaupteten engeren Zusammenhang zwischen historischem und naturwissenschaftlichen Materialismus oder gar zwischen ersterem und positiver naturwissenschaftlicher Forschung übrigbleibt, ist nichts als eine ganz allgemeine Gedankenrichtung, die in jener Zeit, in der *Marx* hervortrat, nicht nur auf naturwissenschaftlichem Gebiete und im engen Zusammenhang mit ihr, sondern fast auf allen Gebieten der Forschung, ja des geistigen Lebens überhaupt sich geltend machte. Ihre wichtigsten Kennzeichen sind: entschiedene Abkehr von den idealistischen Grundauffassungen, welche am Anfang des 19. Jahrhunderts das Übergewicht gehabt hatten, Mißtrauen gegenüber allem Metaphysischen oder Verwerfung jeder Art von Metaphysik, engerer Anschluß der Philosophie an die Einzelwissenschaften, ganz besonders an die Naturwissenschaften, Betonen der Erfahrung im Gegensatz zur Ursprünglichkeit und Selbständigkeit des Denkens, Suchen des Substantiellen (des „wahrhaft Wirklichen“) in der Richtung des Objektiven, nicht mehr des Subjektiven, des Dinglich-Materiellen, nicht mehr des Geistigen usw.

Für diese allgemeine Gedankenrichtung gibt es noch keine durchweg anerkannte Bezeichnung. Der Name Objektivismus, den einige vorschlugen, hat nur wenig Anklang gefunden; häufiger wird der Name philosophischer Realismus, am meisten der des Positivismus gebraucht. Jedenfalls aber darf man nicht, wie es *Marx* tat, die Bezeichnung Materialismus anwenden, denn dieses Wort umfaßt nur eine engbegrenzte unter sehr vielen Richtungen positivistischer Denkweise. Und man darf hinzufügen: es ist diejenige Sonderrichtung, die philosophisch am oberflächlichsten ist und nur allzu leicht auch zu Oberflächlichkeiten verleitet. Das macht sich auch beim historischen Materialismus geltend, dessen philosophische Grundlagen darum auch von vielen Anhängern der

Marxistischen Lehre ganz oder teilweise längst preisgegeben sind.

Indessen wäre es doch verkehrt, die Bedeutung, welche diese Unsicherheit und Oberflächlichkeit des historischen Materialismus für die Marxistische Lehre als Ganzes haben, zu überspannen. Denn diese ruht eben doch auf einem breiteren Fundament, als in dem Grundgedanken des historischen Materialismus zu Tage tritt. Und hier gilt eben auch Goethes Wort, daß bedeutende Menschen mit ihrer Zeit in der Regel durch gewisse Fehler zusammenhängen, während das bleibend Fruchtbare ihnen selbst, ihrer Individualität, angehört.

Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen.

Von Privatdozent Dr. W. Eitel, Frankfurt a. M.

In der Lehre von den Eruptivgesteinen spielen diejenigen Erscheinungen eine besonders wichtige Rolle, welche auf eigenartige Trennungsvorgänge in einer ursprünglich vollständig homogenen Masse eines silikatischen Schmelzflusses zurückzuführen sind. Infolge derartiger Scheidungen wird die Masse an verschiedenen Orten eine, verschiedene chemische Zusammensetzung zeigen. Des weiteren erhält nach der Verfestigung des Schmelzflusses auch der Mineralbestand und die Kristallisationsfolge des entstehenden Gesteinskomplexes an verschiedenen Stellen ein unterschiedliches Gepräge. Derartige Trennungsvorgänge sind also letzten Endes überhaupt die Ursache der Mannigfaltigkeit der Eruptivgesteine, es wird demnach für den Petrographen ganz besonders wichtig sein, sich womöglich über ihren Verlauf zu unterrichten. Wenn diese Aufgabe auch noch nicht in allen Einzelheiten experimentell gelöst werden kann, so hat man doch eine größere Anzahl von Hypothesen und Theorien über die Differentiation der Eruptivgesteine aufgestellt, welche im Folgenden kurz besprochen werden sollen. Es werden uns dabei kritische Betrachtungen über die Bedeutung der verschiedenen vorausgesetzten physikalischen oder chemischen Verhältnisse leiten, deren Wirkungen uns in den Erscheinungen der Differentiation begegnen. Insbesondere wollen wir uns auch darüber klar zu werden versuchen, inwiefern der Fortschritt auf dem Gebiete der Lehre von den heterogenen Gleichgewichten, die neuerdings mit großem Erfolge auf minero- und petrogenetische Fragen angewandt worden ist, diesen Anschauungen entgegen oder sie unterstützt.

Zunächst müssen wir bei einer allgemeinen Betrachtung der Differentiationen feststellen, daß man von verschiedenen Stadien der Gesteinsbildung aus den magmatischen Schmelzflüssen ausgehen kann, in denen die charakteristischen Trennungsvorgänge einsetzen und so der Verlauf dieser Prozesse bestimmt wird. Man kann nämlich zunächst einmal annehmen, daß bereits in dem noch völlig flüssigen Zustande eines homogenen silikatischen

Schmelzflusses die Tendenz zur Ausbildung von Trennungen zum Durchbruch kommt, so daß also schon im Magma die Differentiation vollständig wird und die verschiedenen zusammengesetzten Teilmagmen für sich alsdann verschiedenartige Gesteinstypen entstehen lassen; man bezeichnet derartige Prozesse als magmatische oder primäre Differentiationen. Demgegenüber kann man sich auch vorstellen, daß die Differentiation lediglich in einem bereits weiter fortgeschrittenen Stadium der Abkühlung eines Silikatmagmas sich ausbilden mag; daß also ein derartiger Schmelzfluß an sich vollständig homogen bleiben wird und daß erst bei einer Änderung der Zustandsbedingungen, insbesondere durch eine Temperaturerniedrigung oder eine Druckentlastung die heterogene Beschaffenheit des Ganzen bei der Kristallisation die Ursache der Differentiationserscheinungen wird. Wir sehen also, daß die Verfestigung eines Magmas ebenfalls eine Differentiation besonderer Art herbeiführen kann, und wir werden die Gesetze der Phasenlehre auf die hier vorauszu sehenden Vorgänge in Anwendung zu bringen haben.

1. Primäre magmatische Differentiation durch Einwirkung gravitativer Kräfte auf homogene schmelzflüssige Gemenge.

Voraussetzung für die theoretische Betrachtung der Möglichkeit einer Differentiation in einem silikatischen Magma unter dem Einfluß des Schwerefeldes der Erde ist eine vollkommen homogene Beschaffenheit des ersteren zu einer gewissen Zeit, welche als Ausgangspunkt den Erörterungen zugrunde gelegt werden soll. Wir haben uns alsdann die Frage vorzulegen, ob die Gravitationskräfte Konzentrationsunterschiede im Innern dieses Schmelzflusses bewirken können. Die Magmen sind im allgemeinen bekanntlich nicht einfache Einstoffsysteme, sondern meist sehr kompliziert zusammengesetzte Gemenge verschiedenartiger Molekülarten, im Sinne der physikalischen Chemie also Schmelzlösungen, in denen eine Stoffart die andere gelöst enthält. Es wäre nun durchaus denkbar, daß eine Sonderung dieser Stoffarten nach der Dichte in dem Sinne stattfinden könne, daß in größeren Erdtiefen die schwereren Elemente sich anreicherten, die leichteren aber in einer größeren Entfernung vom Schwerpunkte der Erde zu liegen kämen. Ohne Zweifel haben wir ähnliche Scheidungen von Stoffarten, wenn wir den Differentiationsbegriff auch auf die allgemeineren geophysikalischen Verhältnisse ausdehnen dürfen, in der Zusammensetzung der Gasatmosphäre unseres Planeten sowie im Innersten der Erde deutlich zu erkennen. Wir wollen aber die Abmessung der in der Theorie vorausgesetzten einheitlichen Silikatschmelzflüsse in gewissen „Magmenherden“ auf solche Dimensionen beschränken, welche im Verhältnis zu der Größe des Erdradius als geringfügig angesehen werden können, z. B. auf wenige Kilometer Mächtigkeit. Als dann sind die Versuchsbedingungen, welche wir im Laboratorium zur Untersuchung

des Problemes beispielsweise in wässrigen Salzlösungen verwirklichen können, jedenfalls diesen Verhältnissen einigermaßen analog. Wir werden nun nachprüfen, ob in einem Rohre von einigen Metern Länge, das mit einer Salzlösung von bekannter Konzentration gefüllt ist, bei möglichster Konstanz der Temperatur in der Umgebung am unteren Ende eine höhere Konzentration entsteht als der Ausgangslösung entspricht, bzw. ob am oberen Ende der umgekehrte Effekt eintritt. Bekanntlich hat *Gay-Lussac* vor etwa hundert Jahren bei solchen Versuchen selbst nach monatelangem Stehen einer Salzlösung nichts derartiges beobachten können. Offenbar ist die Wirkung der Schwerkraft viel zu gering, als daß die Analyse die Konzentrationsverschiebungen nachzuweisen gestattete. Das Problem der gravitativen Differentiation in einem homogenen flüssigen Silikamagma ist übrigens der thermodynamischen Behandlung zugänglich, und auf diesem Wege haben *Gouy* und *Chaperon* (*Ann. dech et phys.* 12, 1887, p. 384) bereits vor 30 Jahren nachzuweisen vermocht, daß selbst in Flüssigkeitssäulen von 100 m Höhe einer homogenen wässrigen Lösung unter dem Einfluß der Schwerkraft nur so geringfügige Konzentrationsverschiebungen entstehen müßten, daß diese innerhalb der analytischen Fehlergrenzen fielen. Zu ganz entsprechenden Ergebnissen käme man, wenn man diese Rechnungen für die magmatischen Schmelzlösungen durchführte. Es ist demnach wohl als unwahrscheinlich zu bezeichnen, daß die Erscheinungen der rein gravitativen magmatischen Differentiation einen so großen Umfang erreicht hätten, wie ihn die Verschiedenheit in Typus und Zusammensetzung der differenzierten Gesteine in der Natur tatsächlich zeigt. Die thermodynamische Behandlung der Frage, wie sie *P. Niggli* gegeben hat (*Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch.* 91, 1915, S. 107—133) und in der besonders eine Anwendung der Lehre vom chemischen Potential enthalten ist, möge als theoretisch interessante Arbeit hervorgehoben werden.

Man hat vor etwa 20 Jahren geglaubt, eine Bestätigung der Annahme von magmatischen Differentiationen durch Schwerkraft in den Experimentaluntersuchungen von *J. Morozewicz* (*Tschermaks Min. u. Petr. Mitt.* 18, 1898, S. 2320) gefunden zu haben. Dieser Forscher hatte bei der Herstellung einer Schmelze eines granitischen Gesteines beobachtet, daß die oberen Teile der im Glashafen verflüssigten Masse vorherrschend Kieselsäure enthielten, während am Boden des Hafens eine merklich basischere Zusammensetzung ermittelt werden konnte. Bei einer kritischen Betrachtung dieser Erscheinung bemerkte man indessen, daß hier offenbar von vornherein zu wenig auf die Herstellung einer durchaus homogenen Schmelze Bedacht genommen worden war. Es wurden in der Granitmasse zuerst die basischen leichter schmelzbaren Anteile mit einem hohen Gehalte an Eisen und Magnesia verflüssigt, diese Teilschmelzen waren durch die noch festen Anteile durch-

gesickert, und daher notwendigerweise am Boden des Hafens die basischen Bestandteile angereichert worden. Die wesentlich schwerer schmelzbaren sauren Mineralien sammelten sich wegen ihres geringeren spezifischen Gewichtes in den oberen Schichten an, so daß eine saure Schmelze über der basischeren entstehen mußte. Die Versuche von *Morozewicz* wären für eine gravitative magmatische Differentiation beweisend, wenn zu irgendeiner Zeit die Schmelze wirklich homogen gewesen wäre und dann nachweislich eine Scheidung in einen basischeren Teil am Boden des Hafens bzw. eine saurere Schmelze in den oberen Schichten stattgefunden hätte. In der Glasfabrik beobachtet man übrigens bei einer sehr lange andauernden Erhitzung der Glasschmelzflüsse nie selbsttätige Trennungen nach dem spezifischen Gewichte. Theorie und Experiment scheinen uns also übereinstimmend zu beweisen, daß eine gravitative Differentiation in homogenen magmatischen Silikatschmelzen als petrologischer Faktor keine allgemein ausschlaggebende Rolle zu spielen vermag.

2. Einfluß von Zentrifugalkräften auf die Zusammensetzung silikatischer Schmelzlösungen.

Man könnte sich die Frage vorlegen, ob in homogenen magmatischen Flüssigkeiten eine Einwirkung der bei der Rotation der Erde auftretenden Fliehkräfte stattfände. Es müßte dann eine eigentümliche Art der Differentiation bemerkbar werden, welche im Gegensatz zu einer Scheidung nach den verschiedenen Dichten eine Anreicherung der schwereren basischen Teilmagmen in solchen Gegenden eines von Magma erfüllten Raumes herbeiführen müßte, die von dem Schwerpunkt der Erde weiter entfernt sind. Daß wirklich in homogenen Mischungen gasförmiger oder flüssiger Stoffe derartige Scheidungen vorkommen können, ist eine schon seit längerer Zeit bekannte Erscheinung. So ist es *G. Bredig* (*Zeitschrift f. phys. Ch.* 17, 1895, S. 459) gelungen, in einem Gemisch von Wasserstoff und Jodwasserstoff erhebliche Anreicherungen des letzteren in peripherischen Teilen des rotierenden Versuchsaumes zu beobachten. In diesem Fall müssen die sehr großen Unterschiede in den Dichten der verwendeten Stoffarten, welche sich wie 64 : 1 verhalten, die Differentiation besonders begünstigen. *Des Coudres* (*Wied. Ann.* 49, S. 284) machte bereits im Jahre 1893 den Vorschlag, gasförmige Gemische solcherart durch Zentrifugalkräfte zur Ausbildung von örtlichen Änderungen der Zusammensetzung zu veranlassen, und seine Voraussagungen sind durch die Bredigschen Experimente im vollsten Maße erfüllt worden. Analog hatte seinerzeit *van't Hoff* angeregt (s. *Zeitschrift f. Elektroch.* 9, 1903, S. 724) auch bei homogenen Lösungen von Salzen den Versuch zu machen, ob auch in diesen unter der Einwirkung von Zentrifugalkräften Konzentrationsverschiebungen an den peripherischen Teilen eines rotie-

renden Versuchsraumes sich ausbildeten. In der Tat haben *van Calcar* und *Lobry de Bruyn* (Versl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 1904, p. 940) aus einer gesättigten Lösung von Glaubersalz unter dem Einfluß von Zentrifugalkräften eine Kristallisation bewirkt; es gelang diesen Forschern, bis $\frac{3}{8}$ des in der Lösung enthaltenen Glaubersalzes in fester Form zur Ausscheidung zu bringen.

Übertragen wir nun die experimentell untersuchten Verhältnisse auf diejenigen in einem silikatischen Schmelzflusse, der den Einflüssen der Rotation unseres Planeten unterliegt, so wollen wir zunächst die Wirkung der Fliehkräfte rechnerisch verfolgen. Wir brauchen beispielsweise nur die Beschleunigung zu berechnen, die ein in der Nähe des Erdäquators gelegener Punkt eines Magmas durch die Drehung des Erdballes erfährt und diese dann zu vergleichen mit denjenigen Beschleunigungen, welche experimentell erzielt werden konnten. Nach der bekannten Beziehung

$$\gamma = 4 \pi^2 \cdot \frac{r}{T^2}$$

ist die tangentielle Beschleunigung eines peripherisch gelegenen Punktes auf einem rotierenden System eine einfache Funktion des Drehungsradius sowie der Umdrehungszeit T . Bei der Erde ist $r = 6,366 \cdot 10^8$ cm, $T = 86\,400$ sec, also

$$\gamma = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{6,366 \cdot 10^8}{8,64^2 \cdot 10^8} \text{ cm/sec}^2.$$

Bei den Versuchen der genannten holländischen Forscher war r zu 6 cm bemessen, die Umdrehungszeit aber nur $2,5 \cdot 10^{-2}$ sec, also

$$\gamma' = 4 \pi^2 \cdot \frac{6}{2,5^2 \cdot 10^{-4}} \text{ cm/sec}^2.$$

Es ist demnach im ersten Falle die Beschleunigung $\gamma = 3,4$ cm/sec², im anderen aber $\gamma' = 379\,000$, mithin verhält sich γ' zu γ wie 112 500 : 1. Wir ersehen aus dieser Berechnung, daß die Zentrifugalkräfte im angestellten Versuche ungleich intensiver auf eine Lösung einwirken müssen als auf die Erdumdrehung ein silikatisches Magma. Bedenken wir des weiteren, daß die sehr große Zähigkeit der silikatischen Schmelzflüsse ganz bedeutend die Einwirkung der Zentrifugalkräfte abschwächte, so dürfen wir wohl annehmen, daß eine magmatische Differentiation auch in diesem Sinne kaum beträchtlicheren Umfang erreichen könnte.

3. Das Ludwig-Soret'sche Phänomen und seine Bedeutung für die magmatischen Differentiationen.

Hat eine homogene Schmelzlösung in verschiedenen Teilen des von ihr angefüllten Raumes verschiedene Temperaturen, so findet eine Wanderung der gelösten Stoffe in Richtung des Temperaturgefälles statt. Dies war bereits im Jahre 1856 von *C. Ludwig* (Sitzgs.-Ber.-d. K. Akad. d. Wiss. Wien, 20, S. 539) beobachtet worden;

Ch. Soret (Ann. de Ch. et phys. 22, 1881, p. 293) hat später dieselbe Erscheinung nochmals experimentell untersucht. *Van't Hoff* (Zeitschr. f. phys. Ch. 1, 1887, S. 487) deutete aus der Theorie des osmotischen Druckes der gelösten Stoffe das Phänomen so, daß im wärmeren Teil der Lösung die Konzentration eine geringere, im kälteren aber eine größere werden muß. Es ist alsdann das Verhältnis der Konzentrationen in beiden Teilen $C_{\text{kalt}} : C_{\text{warm}}$ gleich zu setzen dem umgekehrten Verhältnis der zugehörigen absoluten Temperaturen $T_{\text{warm}} : T_{\text{kalt}}$. Bei einem bestimmten Temperaturgefälle wird sich nach allerdings ziemlich langen Zeiträumen durch die Konzentrationsverschiebungen ein bestimmter Endzustand einstellen. In neuester Zeit hat eine eingehende kritische Nachprüfung der Gleichgewichte in diesen Endzuständen, welche *A. Eilert* (Zeitschr. f. anorg. Ch. 88, 1914, S. 1—37) gegeben hat, freilich gezeigt, daß die einfachen Voraussetzungen, die *van't Hoff* seinen Betrachtungen zugrunde gelegt hat, nicht erfüllt zu sein scheinen. Es werden vielmehr anziehende Kräfte zwischen dem Lösungsmittel und dem gelösten Stoffe, welche *G. Tammann* (s. über die Beziehungen zwischen den inneren Kräften und Eigenschaften der Lösungen, 1907) als innere Kräfte der Lösungen bezeichnet hat, das Phänomen komplizieren. Eine Änderung der Temperatur in der Lösung hat nämlich eine Änderung dieser inneren Kräfte ΔK zur Folge; infolgedessen werden in dem kälteren bzw. im wärmeren Teile der Lösung wiederum verschiedene Werte dieser Änderungen ΔK_k und ΔK_w sich zeigen. *Eilert* hat gefunden, daß die Beziehung

$$C_k / C_w = \sqrt{\frac{T_w}{T_k} \cdot \frac{\Delta K_k}{\Delta K_w}}$$

anstelle der van't Hoff'schen

$$C_k / C_w = T_w / T_k$$

am besten den Versuchsergebnissen entsprechen kann.

Das Ludwig-Soret'sche Prinzip auf silikatische homogene Schmelzflüsse zu übertragen, liegt offenbar sehr nahe; es könnte z. B. in den randlichen Teilen eines magmenerfüllten Raumes eine Abkühlung entstehen, die eine Anreicherung der gelösten Stoffe herbeiführen muß. Wir wollen uns aber zu einer richtigen Wertung des Ludwig-Soret'schen Phänomens für die magmatische Differentiation klarmachen, daß damit durchaus noch nicht gesagt ist, daß die bei einer höheren Temperatur erstarrenden Kristallarten infolge derartiger Konzentrationsverschiebungen an den randlichen Teilen ausgeschieden werden müßten. Selbst dann, wenn etwa in einer verdünnten wässrigen Salzlösung durch die Ludwig-Soret'schen Konvektionsströmungen eine Anreicherung des gelösten Stoffes an den kälteren Stellen stattgefunden hat, wird bei fortschreitender Abkühlung dort nicht das gelöste Salz zuerst auskristallisieren, sondern nach den bekannten Regeln der

Phasenlehre *Eis* ausgeschieden werden müssen. Es sähe also so aus, als ob das Ludwig-Soretische Phänomen eine Anreicherung der Kristallart H_2O verursacht habe. Wir dürfen also gar nicht annehmen, daß immer die in den kälteren Teilen des Schmelzraumes angereicherten Stoffe auch diejenigen sein müßten, welche zuerst auskristallisierten. Eine Erklärung der sogenannten basischen Randzonen durch eine Anreicherung und Ausscheidung der sogenannten dunklen Silikate steht als auf einer unsicheren Grundlage, so lange man das Ludwig-Soretische Phänomen als alleinige Ursache derartiger Differentiationen betrachtet und die Schmelzgleichgewichte in den natürlich vorkommenden Systemen nicht vollständig erforscht sind. A. Harker (Natural History of Igneous Rocks, London, 1909, p. 316) hat mit Hilfe der oben gegebenen van't Hoff'schen Beziehung berechnet, daß ein Temperaturgefälle von 100° in einer silikatischen Schmelzlösung von $1200^\circ C$ eine Konzentrationsverschiebung im Verhältnis 1,07:1 zur ursprünglichen Zusammensetzung nach den kälteren Teilen des Magmenraumes hin verursachen müßte. Zu dieser Rechnung ist aber nicht berücksichtigt, daß in den silikatischen Magmen die große Viskosität, die geringe Wärmeleitfähigkeit usw. die Erscheinung stark behindern müßten. Im allgemeinen dürfen wir jedenfalls das Ludwig-Soretische Prinzip allein als bestimmenden Faktor einer magmatischen Differentiation nicht gelten lassen, dazu sind ihre Wirkungen viel zu gering, selbst wenn die Erfordernisse der Theorie vollständig erfüllt wären.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Müller, Erich, Das Eisen und seine Verbindungen. Eine Monographie auf physikalisch-chemischer Grundlage. Mit einem Abschnitt über die *Legierungen des Eisens* von G. Grube. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1917. VII, 558 S., 3 Taf. und zahlreiche Figuren im Text. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 24,—.

Wer in den letzten 20 Jahren sich über die neueren chemischen Untersuchungen aus der Chemie des Eisens unterrichten wollte, war auf die Referatenzeitschriften angewiesen, denn unsere beiden Handbücher der anorganischen Chemie sind noch nicht bis zu diesem Element fortgeschritten; die vorliegende Monographie wird also vielen willkommene Hilfe bieten. Über ihre Ziele äußert sich der Verfasser folgendermaßen: „Es kam mir in erster Linie darauf an, die erst in den letzten Dezennien kräftig entwickelte physikalische Chemie zur Geltung zu bringen und ihre Anschauungen in den Stoff zu verweben. Daher handelt es sich nicht allein um eine bloße Zusammenstellung von aus der Literatur gesammelten Forschungsergebnissen, sondern zugleich um eine kritische Sichtung und Beleuchtung vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus mit vielen eigenen Überlegungen.“ Weiterhin sagt der Verfasser dann, es läge ihm daran, „weite Kreise der Chemiker für die Anwendung der physikalischen Chemie auf ihre Wissenschaft zu interessieren und ihnen

den großen Vorteil derselben an dem Beispiel der Chemie des Eisens zu zeigen“.

Nach kurzen Angaben über Atomgewicht und Vorkommen des Eisens sowie einigen geschichtlichen Nachrichten folgt ein umfangreiches Kapitel über seine *Darstellung*, wobei vorwiegend die technische Gewinnung des Metalles berücksichtigt wird. Die theoretischen Grundlagen für das Verständnis der Reduktion der Eisenverbindungen bilden besonders die Gleichgewichte der Systeme $Fe-O-H$ und $Fe-O-C$, die ganz ausführlich erörtert werden; zur Anwendung kommt diese Theorie dann in einem Abschnitt über Einrichtung und Arbeit des Hochofens. Hierbei ergibt sich die Notwendigkeit, die Rolle des Kohlenstoffs im technischen Eisen aufzuklären, und es folgt daher das Gleichgewicht zwischen Eisen und Kohlenstoff, mit Erörterungen über die Struktur der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, die durch gute Abbildungen belebt werden.

Ein zweiter Hauptabschnitt befaßt sich mit den „Eigenschaften des Metalles und seiner Ionen“. Gegenüber den nur kurz behandelten physikalischen Eigenschaften erscheint hier stark in den Vordergrund gerückt die *Ionenbildungsfähigkeit* (Potentiale) des Eisens und die damit zusammenhängenden Größen: Lösungsdruck, Elektroaffinität, Zersetzungsspannung. Besonders ausführlich — unter Heranziehung zahlreicher Einzelheiten — ist die *Komplexbildungsfähigkeit* des Eisens behandelt, und den Schluß bilden die elektrochemischen Beziehungen der Cyanide und Oxalate.

Der folgende Hauptabschnitt führt den Titel „Analytische Reaktionen des Eisens und seiner Ionen“; es dürfte sich hierbei um ein Versehen im Ausdruck handeln, denn neben den *analytischen Reaktionen* der Ferro-, Ferri- und Eisencyanidionen sowie der *quantitativen Bestimmung* des Eisens auf gravimetrischem, titrimetrischem und elektrolytischem Wege werden durchweg Dinge behandelt, die mit der Analyse nichts zu tun haben. An erster Stelle steht das Verhalten des Eisens gegen feste und gasförmige Reagentien, dann folgen die Reaktionen mit gelösten Stoffen und darauf (merkwürdigerweise) der Eisen-Nickelsuperoxydsammler. Ein wichtiger Abschnitt ist den *Passivierungsercheinungen* am Eisen gewidmet, die hauptsächlich vom elektrochemischen Standpunkt behandelt werden. Nachdem sodann die oben erwähnten analytischen Fragen erledigt sind, wendet sich der Verfasser zu den „Reaktionen, welche auf dem Übergang $Fe^{++} \rightleftharpoons Fe^{+++}$ beruhen“; es handelt sich dabei ganz vorwiegend um die *Gleichgewichte und die Kinetik* der Reaktionen zwischen Eisensalzen und Oxydations-Reduktionsmitteln, die zum Teil sehr eingehende Erläuterung durch Tabellen erfahren. Analoge Mitteilungen über Reaktionen, bei denen der Übergang $(Fe(CN)_6)^{4-} \rightleftharpoons (Fe(CN)_6)^{3-}$ eintritt, schließen sich an. — Der Rolle des Lichtes bei der Oxydationswirkung von Eisensalzen sowie der Induktionswirkung von Ferrosalzen bei gekoppelten Reaktionen sind zwei weitere kurze Kapitel gewidmet.

Nach den oben mitgeteilten Absichten des Verfassers liegt der Schwerpunkt seines Werkes in der bisher aufgezählten, um das Element Eisen gruppierten Abschnitten allgemeineren Inhaltes. — Der zweite, dem Umfange nach etwas größere Teil befaßt sich mit den *Verbindungen* des Eisens und nimmt vielfach die Form des Handbuchs an. Für die Einteilung der Verbindungen ist die Wertigkeitsstufe des Metalles maßgebend. Dementsprechend werden zuerst die einfachen, dann die Doppel- und Komplexsalze von Fe

behandelt, und ebenso sind die Verbindungen von FeIII eingeteilt; ein Schlußkapitel befaßt sich mit den Ammoniakaten usw., während die Ferrate hinter den Ferriten Aufnahme gefunden haben.

Das Bestreben, die physikalisch-chemischen Tatsachen und Anschauungen in den Vordergrund zu stellen, ist auch in diesen Abschnitten deutlich zu erkennen, und alle Anknüpfungspunkte zu solchen Betrachtungen werden sorgfältig benutzt; ebenso ist der Verfasser auch stets bereit, die bekannten Tatsachen durch Aufsuchen allgemeinerer Gesichtspunkte kritisch zu ordnen. — Aus dem umfangreichen Material möchte ich als besonders wertvoll die von ihm selbst ausgeführten oder angeregten Untersuchungen über die Eisencyanide hervorheben.

Den Legierungen des Eisens ist ein besonderer Teil dieses Werkes (S. 443—558) gewidmet, der G. Grube zum Verfasser hat; er beschäftigt sich vorwiegend mit der Konstitution der Eisenlegierungen, wie sie nach der thermischen Methode und der Untersuchung des Kleingefüges erschlossen wird. Im ersten Teil, der die binären Legierungen umfaßt, werden thermische Analyse und die Typen der Zustandsdiagramme besprochen, und dann alle bekannten Zustandsdiagramme von Eisenlegierungen, insbesondere auch die technisch wichtigen Systeme: Fe-S, Fe-P, Fe-C usw. im einzelnen geschildert. Der zweite Teil ist den ternären Legierungen gewidmet und in der gleichen Weise gegliedert; naturgemäß spielen unter den ternären Eisenlegierungen die kohlehaltigen die Hauptrolle.

Will man dem Müller-Grubescen Werk gerecht werden, so muß man sich mit ihnen auf den oben dargelegten Standpunkt stellen, dessen Berechtigung von keiner Seite bestritten werden wird, wenngleich über das Maß dessen, was nach diesem Gesichtspunkt in die monographische Behandlung eines Elementes aufzunehmen ist, noch sehr weitgehende Meinungsverschiedenheiten herrschen können. Mir will scheinen, daß E. Müller in der Hervorhebung der physikalisch-chemischen Tatsachen und Betrachtungen im großen und ganzen das Richtige getroffen und darüber doch auch nicht die rein chemischen Dinge von selbständigem Wert in den Hintergrund gedrängt habe.

Wie es nach den Experimentalarbeiten von Müller durchaus natürlich ist, sind die umfangreichen elektrochemischen Teile am besten gelungen, doch auch die übrigen physikalisch-chemischen Erörterungen werden auf Beifall rechnen können. Nur bisweilen, wenn ganz einfache Dinge — z. B. bei analytischen Fragen — mit der feierlichen Andacht des ionenkatholischen Ritus behandelt werden, wird man an die vergangene Zeit erinnert, wo die physikalische Chemie, und besonders die Dissoziationstheorie, noch um Anerkennung ringen mußte; heute sind diese Dinge der jüngeren Generation längst sichere Grundlagen der chemischen Lehre geworden, und wer von den Älteren sie noch nicht billigt, wird auch kaum mehr zu belehren sein.

Dem Grubescen Abschnitt über die Legierungen muß man hohes Lob zollen; sowohl in den allgemeinen Teilen, wie in den einzelnen Diagrammen ist der Stoff mit erfreulicher Klarheit und wertvoller Kritik zur Darstellung gebracht. Dies gilt besonders auch für die schwierigen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, bei denen es glücklich vermieden wird, durch ein Eingehen auf alle beachtlichen Meinungen den Leser schließlich auf einen Punkt zu führen, wo er überhaupt jede Sicherheit verliert. Ein Gleiches trifft auch für die ternären Legierungen zu. In einer Beziehung allerdings

bin ich mit Grubes Darstellung nicht einverstanden: sie betont gar zu einseitig die durch die thermische Analyse gewonnenen Erkenntnisse und gibt über viele andere wissenswerte Dinge gar keinen Aufschluß; so ist z. B. kein Wort von dem Ausdehnungskoeffizienten der wichtigen Eisen-Nickel-Legierungen (Invar) zu finden, und auch sonst von der technischen Gewinnung und Bedeutung der Legierungen nur andeutungsweise die Rede. Der Verfasser hat dies wohl selbst gefühlt, als er nach dem Titelblatt mit der Aufschrift „Die Legierungen des Eisens“ unmittelbar vor den Text noch die Überschrift „Die Konstitution der Eisenlegierungen“ hinsetzte; aber diese Selbstbeschränkung hilft nicht darüber hinweg, daß zahlreiche Tatsachen, die in diese Monographie hineingehören, nicht vorhanden sind.

Von einer Vernachlässigung technischer Dinge ist auch E. Müller nicht freizusprechen; so wird zwar der Hochofenprozeß mit aller Liebe behandelt, wie aber das Roheisen sich in Stahl und Schmiedeeisen verwandelt, ist kaum gestreift. Daß die Verfahren von Bessemer, Thomas-Gilchrist usw., die doch auch physikalisch-chemisch zu mancherlei Betrachtungen Veranlassung geben können, vollständig fehlen, daß über die Rolle von Schwefel, Phosphor, Mangan usw. im Eisen nichts gesagt ist, daß die technische Verwertung der Eisenverbindungen auch nicht angedeutet wird, muß als ein Mangel bezeichnet werden; und ebenso darf ich darauf hinweisen, daß der Leserkreis dieses Werkes wohl mit Recht einige wichtige wirtschaftliche Angaben über Entwicklung und Stand der Eisenindustrie erwarten dürfte.

Verschiedene sachliche Unebenheiten, die mir aufgefallen sind, brauchen an dieser Stelle nicht aufgeführt zu werden; dagegen möchte ich nicht unterlassen, einige Bedenken gegen die Anordnung des Stoffes zu äußern. Wenn der Verfasser die technische Darstellung des Eisens an den Anfang stellt, so wird er dadurch genötigt, die schwierigen Gleichgewichtsverhältnisse der Systeme Fe-O-H, Fe-O-C und Fe-C vorwegzunehmen, die ihren Platz besser bei den entsprechenden Verbindungen finden; indem er die umfangreichen physikalisch-chemischen Kapitel über die Komplexbildung, die Gleichgewichte, die Kinetik der Oxydations-Reduktions-Reaktionen, die Lichtwirkung usw. vor der allgemeinen Behandlung der Verbindungen, also bei den Eigenschaften des Metalles einschiebt, muß er vorgreifend von zahlreichen Dingen sprechen, die ihre materielle Grundlage erst später — bei den Verbindungen — finden. — Dadurch, daß die einfachen (binären) Verbindungen von den (ternären) Doppel- und Komplexsalzen getrennt werden, findet eine Zerreißung vieler natürlicher Zusammenhänge statt, ohne daß dadurch andere Vorteile gewonnen würden. — Die Sonderstellung aber, die den Legierungen eingeräumt ist, führt dazu, daß in mehreren Fällen (Verbindungen mit C, S, B, P usw.) dieselben Dinge an zwei oder gar an drei Stellen ohne jede Verbindung miteinander, zum Teil sogar in ganz verschiedener und widersprechender Weise behandelt werden, wobei viel Raum verloren geht, der anderen Dingen zugute kommen könnte. Unbegründet erscheint es auch, daß die Ammoniakate in einem besonderen Abschnitt — unter Aufhebung der Trennung von Ferro- und Ferrisalzen — behandelt sind, und daß die zum sechswertigen Eisen gehörenden Ferrate zu den Ferriten gezogen werden. —

Gewiß ist es nicht möglich, in die mannigfaltigen Erscheinungen der Chemie dieses vielseitigen Elementes eine streng logische Systematik hineinzubringen, doch

können wohl manche der soeben erwähnten Unzuträglichkeiten vermieden werden, wenn man in der folgenden Weise verfährt.

Man sehe zunächst ganz davon ab, daß alles technische Eisen aus verwickelt zusammengesetzten Legierungen besteht, und betrachte in erster Linie das chemische Element Eisen, wie es bei der Reduktion seiner Verbindungen mit Wasserstoff, durch Aluminothermie oder auf elektrolytischem Wege entsteht; die genaue Theorie dieser Vorgänge wird bei den entsprechenden Verbindungen behandelt. Es folgen die physikalischen Eigenschaften des reinen Eisens, die durch die Betrachtungen über die elektrochemischen Eigenschaften (Ionenbildung, Potentiale) abgeschlossen werden. Sodann werde das Verhalten des Eisens gegen die verschiedenen gasförmigen und flüssigen Reagentien (chemische Eigenschaften) und die Passivität besprochen. — Eine Übersicht über die Verbindungsformen bilde die Einleitung zu den Verbindungen, die streng nach ihrer Wertigkeit getrennt werden; doch findet keine Sonderung in binäre und ternäre Verbindungen statt, dafür aber eine Gliederung in nicht (oder schwach) komplexe und in stark komplexe Salze. Hierdurch erlangt man den gerade vom physikochemischen Standpunkt sehr wesentlichen Vorteil, daß einerseits die Gleichheit der Ionenreaktionen von einfachen und Doppelsalzen sowie die individuellen Reaktionen der Komplexsalze kräftig hervortreten, daß andererseits die genetischen Beziehungen der Verbindungen ohne weit-schweifige Wiederholungen und Verweise zu erfassen sind.

Bei den Verbindungen des zweiwertigen Eisens wären also zuerst die nicht komplexen Ferrosalze *allgemein* zu charakterisieren, wobei die Ionenreaktionen eine wesentliche Rolle spielen; im Anschluß daran sind die einzelnen binären und ternären Ferrosalze (einschließlich der nicht komplexen Additionsverbindungen) zu behandeln. Dann folgt die *allgemeine Theorie* der Komplexverbindungen und hierauf die starken Komplexverbindungen selbst, getrennt in komplexe Kationen und Anionen. — Gleichgewichte und Reaktionskinetik sind hier wie überall bei den an der betreffenden Reaktion beteiligten Verbindungen zu besprechen.

Den Übergang von den Ferro- zu den Ferriverbindungen bilden die allgemeinen Betrachtungen über die Reaktion $\text{Fe}^{++} \rightleftharpoons \text{Fe}^{+++}$, wobei natürlich das Potential dieses Vorganges eine wesentliche Rolle spielt; hier können dann auch manche von den Reaktionen, die mit diesem Übergang verbunden sind, ihren Platz finden. Im übrigen sind die Ferrisalze nach dem oben für die Ferrosalze aufgestellten Schema zu behandeln; es bleibt nur zu beachten, daß bei einigen komplexen Ferrisalzen auch die Gleichgewichte der Ferro-Ferri-Komplexe anzubringen sind.

Den Verbindungen des sechswertigen Eisens wird trotz ihrer geringen Bedeutung ein besonderer Abschnitt zugewiesen; ferner werden all jene unlöslichen, meist auf trockenem Wege (pyrogen) entstehenden Verbindungen, in denen die Wertigkeit des Metalles nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann (Nitride, Carbide, Boride usw.), zu einem besonderen Kapitel vereinigt, wodurch ihre genetischen Zusammenhänge besser in die Erscheinung treten; in diesem Abschnitt finden dann auch die Legierungen ihren Platz, die jenen nach Eigenschaften, Bildung und Methodik der Untersuchung nahe verwandt sind.

In dies Schema lassen sich nun zusammenfassende Betrachtungen physikalisch-chemischer Natur an geeig-

neter Stelle zwanglos einfügen; sie sollen aber grundsätzlich erst dort auftreten, wo die Bekanntschaft mit den rein chemischen Eigenschaften der Stoffe vorausgesetzt werden kann. — Erst ganz zum Schluß werden Darstellung, Umarbeitung und Eigenschaften der technischen Eisensorten besprochen, indem man das Eisen bei seiner Herstellung bis zu dem Punkt verfolgt, wo die rein mechanischen Arbeitsmethoden einsetzen.

Auch bei dieser Einteilung werden sich im einzelnen noch mancherlei Dinge finden, deren Einordnung zu Zweifeln Veranlassung geben kann; doch liegt das in der gegebenen Natur des Stoffes. —

Ob man die hier erhobenen Einwände gegen die Anordnung des Stoffes in dem Müller-Grubescen Werk anerkennen oder verwerfen will, hängt eng zusammen mit der Bedeutung, die man logischen, pädagogischen und ästhetischen Gesichtspunkten in einem so umfangreichen handbuchartigen Lehrbuch zuzuweisen geneigt ist; für die praktische Brauchbarkeit sind sie wohl nicht von entscheidender Bedeutung, und ich glaube selbst, wenn man sich einmal mit dem gewählten System vertraut gemacht hat, so wird man dort meist ohne große Schwierigkeit die gesuchte Belehrung finden, auch wenn man einen anderen Weg verfolgt, als die Verfasser eingeschlagen haben.

Anerkennend hervorzuheben ist noch der klare Druck und die sorgfältige Wiedergabe der zahlreichen Zeichnungen und Abbildungen. — Daß es den Verfassern und dem Verleger gelungen ist, trotz der bekannten allgemeinen und persönlichen Schwierigkeiten dies Werk zu vollenden, ist ein Beweis ungewöhnlicher Arbeitsfreudigkeit, die ihnen den Dank vieler Leser einbringen wird.

J. Koppel, Berlin-Pankow.

Zoologische Mitteilungen.

Beobachtungen und Versuche an Süßwasserpolypen (*Hydra fusca*). Wie Wilhelm Goetsch im *Biologischen Zentralblatt* (Bd. 37, Nr. 10) berichtet, setzten Ende Juni 1914 die Hydren in den Aquarien des Straßburger Zoologischen Instituts plötzlich in großen Mengen Geschlechtsorgane an. In den Becken, in denen die Produktion der Gonaden vor sich ging, war überall reichlich Nahrung vorhanden, so daß Futtermangel nicht vorlag und diese Ursache zur Anregung der geschlechtlichen Vorgänge daher auszuschließen ist. Dagegen war zu der Zeit, als die Geschlechtsorgane entstanden, auf eine längere Periode warmer Tage eine kältere Witterung gefolgt. Dies spricht für die Feststellung mehrerer Forscher, daß *Hydra fusca* dann geschlechtsreif wird, wenn sie nach wärmerer Temperatur in kältere kommt. Doch mißlingen eigene Versuche von Goetsch, durch Herabsetzung der Temperatur die Tiere zur Geschlechtsorganbildung anzuregen, stets; es müssen also noch andere Gründe vorhanden sein, die eine Entwicklung der Geschlechtsorgane bedingen. — An Tieren, die reichlich Hoden ausgebildet hatten, machte Goetsch einige Regenerationsversuche. Zunächst wurden Schnitte zwischen mehreren Hodenanlagen gemacht. Es entstanden also dann zwei Teile, ein oberer mit Tentakeln, ein unterer mit Fußscheibe; durch Schließung der Wunde kamen die Hoden meist an die Stelle zu liegen, an der die Regeneration vor sich gehen mußte. Es begann nunmehr eine Reduktion der Geschlechtsorgane, und zwar wurden die Gonaden, die an der Stelle der neu zu bildenden Fußscheibe bzw. Tentakeln lagen, zuerst eingeschmolzen. Bei unteren Stücken war nach etwa 18 Stunden eine Mund-

öffnung gebildet, Tentakeln dagegen noch nicht vorhanden. Statt dessen sah man um die Mundöffnung herum die Reste der Hoden liegen. Die Reduktion ging dann weiter, und nach 2 bis 3 Tagen war von den Hoden nichts mehr zu sehen, dagegen Tentakeln in Entwicklung begriffen. Bei oberen Teilen ging die Reduktion und besonders die Regeneration noch schneller vor sich. Wurde der Schnitt dicht *unterhalb* der letzten Geschlechtsorgane gemacht, so trat auch Reduktion der Hoden ein, aber viel langsamer, und zwar begann die Einschmelzung bei den der Schnittstelle näher liegenden Anlagen rascher als bei den entfernteren. Die Regeneration ging nach den ersten raschen Einschmelzungen und Neubildungen weit langsamer vor sich; es traten meist Depressionserscheinungen auf, bei denen die neuentstandenen Tentakeln wieder rückgebildet wurden. Doch erholten sich die Tiere auch hiervon zum Teil. An Ovarien gelangen die Versuche nur, wenn das Ei noch klein war. Es geht aus diesen Untersuchungen hervor, daß unter bestimmten Bedingungen die Geschlechtsorgane eingeschmolzen und zum Aufbau der regenerierenden Teile verbraucht werden, daß also das Muttertier auf Kosten der nachfolgenden Generation wieder hergestellt wird, wenn die Differenzierung nicht schon zu weit fortgeschritten ist. Das Umgekehrte tritt dagegen ein bei *Hydra* mit Knospen und Knospenanlagen. Hier ist es immer die Knospe, die bevorzugt wird, auch wenn es sich um ganz junge Anlagen handelt, die noch keine Differenzierung erkennen lassen. — Versuche, aus abgelegten Eiern Junge zu erzielen und die Muttertiere zu Knospenbildung oder neuer geschlechtlicher Tätigkeit anzuregen, wurden durch den Ausbruch des Krieges unterbrochen. So viel ist aber gewiß, daß die Weibchen nach der Eiablage keineswegs immer sterben, sondern nach einigen Depressionserscheinungen sich völlig erholen, so daß sie wieder Nahrung aufnehmen können.

Das Prinzip der raumausfüllenden Rezeptionsfähigkeit. Aus gewissen Tatsachen, die *J. S. Szymanski* im *Biol. Zentralbl.* (Bd. 37, Nr. 10) anführt, ergibt sich, daß ein Zusammenhang zwischen dem Raum, in dem ein Organismus lebt, und der durch seine Lokomotionsart und Fortbewegungsgeschwindigkeit bestimmt wird, und der Rezeptionsfähigkeit besteht. Die Raumtiere, d. h. die Tiere, die sich in allen drei Dimensionen fortbewegen können, rezipieren ihren Lebensraum mit dem Auge, dem echten Raumsinnesorgan; die Flächentiere, d. h. die Tiere, die sich bloß in zwei Dimensionen bewegen können, rezipieren ihre Lebensfläche mit dem Geruchsorgan, dem wahren Flächsinnesorgan, das besonders geeignet zum einfachsten und leichtesten Rezipieren der mit allerlei optischen Hindernissen besetzten Erdoberfläche zu sein scheint; und die seßhaften Tiere, deren ganze Lokomotion sich in der Regel auf das Ausstrecken und Zurückziehen einer Körperspitze beschränkt, rezipieren ihre Lebenssphäre, die sich ziemlich genau mit dem ihre Körperfläche unmittelbar umgebenden Stoff deckt, mit dieser ganzen Fläche; die ein taktils Hauptsinnesorgan darstellt. Diese Tatsachen lassen ein ihnen zugrundeliegendes Prinzip erkennen, das *Szymanski* als Prinzip der raumausfüllenden Rezeptionsfähigkeit bezeichnet. Es besteht darin, daß der Organismus jene Rezeptionen, die er zur Ausfüllung seines Raumes am notwendigsten haben muß, auch hauptsächlich empfängt und verwertet. Ferner folgt aus den mitgeteilten Tatsachen, daß jene Reize, die im Raume eines Tieres am leichtesten und einfach-

sten auf die an seine Geschwindigkeit angepaßte Entfernung rezipiert werden, sich als hauptsächlich wirksam erweisen. Diese beiden Regelmäßigkeiten gestatten uns, auf Grund der Bewegungsart und Bewegungsgeschwindigkeit eines Organismus Schlüsse auf seinen Raum und auf die Art seiner Rezeptionen zu ziehen, sowie die besonders wirksamen Reize, die die Handlungen dieser Lebewesen bewirken, vorausszusehen.

Die bannende Wirkung künstlicher Lichtquellen auf Insekten. *Reinhard Demoll* geht im *Biologischen Zentralblatt* (Bd. 37, Nr. 10) der Frage nach, warum so viele Insekten, wie Kleinschmetterlinge, Eulen, aber auch tagfliegende Insektenarten von künstlichen Lichtquellen angezogen und häufig in einem bis zur Erschöpfung führenden Flug in nächster Nähe festgehalten werden. Er sucht ferner zu zeigen, warum der Mond und die Sonne auf diese Tiere nicht dieselbe anziehende Wirkung ausüben. Nicht alle Insekten verhalten sich in dieser Hinsicht gleich. Zunächst ist ein fundamentaler Unterschied zu machen zwischen Tieren, die beim Aufscheuchen auch in vollständigem Dunkel wenigstens kurze Strecken fliegen, und solchen, die nur dann fliegen, wenn sie die Umgebung erkennen können. Zu letzteren gehören unter den Schmetterlingen nur die Schwärmer. Sie entschließen sich im Dunkeln nie zum Flug, was mit der großen Geschwindigkeit dieser Tiere zusammenhängen mag, die ein Anstoßen verhängnisvoll werden ließe. In dieser Eigenschaft der Schwärmer liegt die Ursache, daß es nicht gelingt, diese Tiere künstlich an das Licht zu bannen. Denn die Vorbedingung hierfür ist, daß die Tiere die Umgebung nicht mehr erkennen. Tritt dies aber bei den Schwärmern ein, so fliegen sie überhaupt nicht mehr. Aus Versuchen *Demolls* mit Tagsschmetterlingen geht hervor, daß künstliche Lichtquellen keinen Einfluß auf die Tiere ausüben, solange diese die Umgebung deutlich erkennen können. An das Licht festgebannt werden sie erst dann, wenn für sie infolge Blendung die Umgebung vollständig verschwindet. Daraus wird nun auch verständlich, warum die Insekten nicht versuchen, in den Mond oder die Sonne zu fliegen. Solange der Mond scheint, ist auch die Erde, also auch ihre Umgebung, hell genug, um einen anziehenden Einfluß des Mondes nicht aufkommen zu lassen. Und dasselbe gilt auch für das Versagen der Sonne als Lichtmagnet. Diese Ergebnisse *Demolls* lehren uns, die Art der Lichteinwirkung etwas anders aufzufassen als bisher, nämlich so, daß für das Aufsuchen der Lichtquellen sowie für das „Sichinsichtstürzen“ geblendeter Insekten nicht das Licht, sondern die Dunkelheit der Umgebung maßgebend ist. Man kann sagen: Die Tiere suchen Umgebung, die ihnen in der Dunkelheit fehlt.

Über die Kleintierwelt der südlichen Balkanländer berichtet *F. Werner* im „*Zoologischen Beobachter*“ (Jahrg. 58, Nr. 6). Die Tierwelt der dortigen Küstenregionen und der größeren Flußtäler gehört der Mittelmeerfauna an; dagegen sind die Gebirge, sofern sie noch eine Baumvegetation tragen, in den höheren Lagen durch das Auftreten mittel-, ja nordeuropäischer Arten gekennzeichnet. Die Mittelmeerformen lassen eine mehr oder weniger ausgesprochene Verwandtschaft mit der Fauna Kleinasien erkennen, eine Verwandtschaft, die so eng ist, daß wir namentlich die Umgebung Konstantinopels tiergeographisch direkt als ein Stück Kleinasien bezeichnen dürfen. Wie überall in den Mittelmeerländern dominieren auch im südlichen

Balkangebiete die Reptilien, Insekten und Schnecken in Individuenzahl, so daß bei schönem Wetter die Angehörigen der beiden erstgenannten, bei Regenwetter die der dritten Gruppe zahlreich im Freien in Menge zu sehen sind. Von den fünf Schildkrötenarten der Balkanhalbinsel kommen drei schon in Dalmatien vor, eine scheint auf Griechenland beschränkt zu sein, eine aber, die maurische Landschildkröte (*Testudo ibera*), bewohnt als wirklich einheimische Art einen großen Teil der mittleren Balkanhalbinsel von den Gestaden des Schwarzen Meeres bis Albanien, teils allein, wie bei Konstantinopel, teils, wie in Mazedonien, mit der griechischen Landschildkröte gemischt, die wieder im Westen, in Dalmatien, der Herzegowina und Montenegro, allein auftritt, während *Testudo marginata*, die eigentlich den Namen „griechische Schildkröte“ verdienen würde, auf Mittelgriechenland und den Peloponnes beschränkt ist. Eine kleine Eidechse aus der Familie der Geckoniden (*Gymnodactylus kotschy*), in Griechenland und Kleinasien recht vereinzelt auftretend, wenn wir von den Cycladen absehen, ist bei Rustschuk in Bulgarien gefunden worden, was das nördlichste Vorkommen in Europa ist; ebenso ist die bedeutend größere Dornschwanzidechse (*Agama stellio*) vom europäischen Festland nur von Saloniki bekannt, während sie auf den Cycladen stellenweise in Masse vorkommt, freilich aber auch im südlichen Kleinasien, in Syrien und Unterägypten. Ein sehr merkwürdiges, regenwurmähnliches Tier, die Netzwühle (*Blanus strauchii*), in Kleinasien stellenweise sehr häufig, soll bei Konstantinopel vorkommen. Das harmlose, fast blinde Tierchen lebt in selbstgegrabenen Gängen. Dieselbe Lebensweise führt die gleichfalls einem Regenwurm ähnliche, aber viel dünnere europäische Wurm- schlange (*Typhlops vermicularis*), die in Kleinasien, stellenweise auch in Griechenland häufig ist; sie soll auch bei Konstantinopel und auf Korfu vorkommen, findet sich aber jedenfalls bei Saloniki und in Montenegro. In Westasien und Nordafrika weit verbreitet, auch in Griechenland sowohl auf dem Festlande als auch auf den Inseln zu Hause, bei Konstantinopel im Tal der Süßen Wasser sicher nachgewiesen ist die Sandschlange (*Eryx jaculus*). Von den Giftschlangen der Balkanhalbinsel dürfte die westasiatische Levanteotter (*Vipera canthina*) als charakteristisch zu bezeichnen sein. Sie wurde in der Umgebung von Konstantinopel entdeckt, und zwar merkwürdigerweise in einer Gebirgsform, die bisher nur vom Libanon und cilicischen Taurus bekannt war. Die in Bosnien, der Herzegowina und in Montenegro verbreitete Großaugviper (*Vipera macrops*) ist vielleicht auch in Albanien zu Hause; die Kreuzotter kennt man aus dem Balkan; die Sandviper dürfte bis zu einer Höhe von etwa 1000 m wohl im ganzen Gebirge nirgends fehlen. An Fröschen und Molchen besitzt die Balkanhalbinsel nur solche Arten, die auch in Mitteleuropa vorkommen. Dagegen finden sich unter den Insekten mancherlei Arten, die dem Mitteleuropäer ganz fremd erscheinen müssen. Ein riesiger Laufkäfer (*Procerus scabrosus*) lebt in der Umgebung von Konstantinopel; sein Gewicht übertrifft das unseres größten einheimischen Laufkäfers (*Procrustes coriaceus*) um das Vierfache. Ein prächtiger Tagfalter (*Thais cerisyi*), dem Osterluzeifalter (*Th. polyxena*) verwandt, ist sowohl von Bulgarien wie von Albanien bekannt. Eine riesige, grüne, flügellose Heuschrecke mit mächtigen, vieldornigen Beinen (*Saga brunneri*), in Kleinasien verbreitet, ist von *Saussure* vom „Balkan“ beschrieben worden; ein anderes Riesentier aus der Heuschreckenfamili-

lie mit verkümmerten Flugorganen (*Dinarchus dasy- pus*) und eine sehr ähnliche Art (*Callimenus oniscus*) kommen in Mazedonien vor und sind so auffallende Tiere, daß sie sicherlich niemand übersehen wird, der sie auf seinem Wege antrifft. Ein prächtig gefärbtes Insekt, das erst jetzt aus Mazedonien bekannt geworden ist, ist eine Fangheuschrecke (*Iris oratoria*), die bisher nur aus den südlichsten Teilen Europas sowie aus Westasien und Nordafrika bekannt war. Unter den Netzflüglern ist *Nemoptera sinuata*, ein entfernter Verwandter unserer Ameisenlöwen, als eine charakteristische Südform in Mazedonien zu bezeichnen. Während alle diese Insekten trotz ihrer Größe vollkommen harmlos sind, bilden die kleinen, unansehnlichen Malaria- mücken (*Anopheles*) eine furchtbare Plage; in Albanien namentlich in der Umgebung des Skutarisees und der ausgedehnten Küstensümpfe, in Mazedonien in den Ebenen, die sich um die großen Landseen herum ausbreiten. Im Vergleich zu ihnen sind Skorpione, Taranteln und Skolopender harmlose Tiere. Von Skorpionen lebt im Gebiete außer den kleinen braunen oder schwarzen Arten der Gattung *Euscorpius* der weit größere „gelbe Skorpion“ (*Buthus gibbosus*), der bis 9 cm Länge erreicht. Die große graue griechische Tarantel (*Lycosa tarentula*) und der große gelbe Tausendfuß (*Scolopendra cingulata*) sind schon in Istrien, Dalmatien und der Herzegowina häufigere und nicht etwa für die südlichen Balkangebiete charakteristische Erscheinungen. Ein echt südliches Geschöpf, das aus Europa bisher nur von Griechenland bekannt war, ist dagegen die große haarige Walzenspinne (*Galeodes graecus*). Die unseren Terrarienliebhabern bekannte Süßwasserkrabbe *Potamon fluviatile*, schon in Süddalmatien heimisch, dürfte im ganzen südlichen Balkangebiete nirgends fehlen, wo Wasser sich findet.

Beobachtungen an einem Nest von *Vespa germanica*
veröffentlicht *Hugo Schmidt* in der *Zeitschrift für wiss. Insektenbiologie* (Bd. 13, Heft 7/8). Das am 11. Oktober 1915 in der unmittelbaren Nähe eines Mischwaldes unter dem erhöhten, kurz begrastem Fußstege eines Fahrweges zwischen Ackerfeldern ausgegrabene Nest enthielt 344 entwickelte Bewohner, nämlich 268 Arbeiter, 42 Männchen und 37 Weibchen; ferner an Mitbewohnern eine große Anzahl rötlicher, schnell laufender, sehr kleiner milbenartiger Tierchen, einen in mehreren Exemplaren vorhandenen, reichlich 2 mm langen Käfer (*Cryptophagus acutangulus*) und zahlreiche schmarotzende Fliegenlarven. Diese Larven hatten einen schlanken, grauweißen, etwa 1 cm langen Körper mit dünnem, weißem Kopfende. Haben sie die Wespenlarve getötet, so geht deren Körper sehr schnell in Verwesung über, und die entstehende jauchige Flüssigkeit durchtränkt die Zellwände, färbt sie braun und erweicht sie. Das Wespenvolk hatte sich anscheinend zu helfen gesucht, da mehrere Partien derartig befallener Zellen entfernt waren. *Schmidt* vermutet, daß gerade diese Schmarotzer den in die Erde bauenden Wespenvölkern im Spätherbst in erster Linie den Rest geben, indem ihre Tätigkeit von einem gewissen Zeitpunkt an das weitere Aufkommen von neuen Individuen verhindert. — Die ausschlüpfenden Wespen zeigten beim Verlassen der Zelle ein nach ihrem Geschlecht verschiedenes Verhalten. Das von *Schmidt* in einer ganzen Reihe von Fällen gesehene Ausschlüpfen einer Arbeiterin zeigt folgende Einzelheiten: Zuerst durchsticht das Tier die Mitte des Deckels mit den spitzen Mandibeln und schneidet das zwischen ihnen liegende winzige Stückchen Deckel aus. Die entstandene kleine

Öffnung bildet den Ausgangspunkt für die weitere Arbeit. Ringsherum wird in rastlosen neuen Schnitten der Deckel Stück für Stück abgenagt und verzehrt. Ist schon eine größere Öffnung entstanden, so erscheinen neben dem Gesicht des schlüpfenden Tieres auch die Fühler auf der Bildfläche. Ist der Deckel völlig verzehrt, so geht es an das Säubern der Zellenränder. Alle dort etwa noch stehengebliebenen Deckelreste werden sorgfältig abgeweidet und auch die Innenseiten der Zellenwände sauber abgeputzt. Schon während des Abnagens der Zellränder sind auch die Vorderbeine über diesen erschienen. Endlich, nach vollendeter Säuberung der Zelle, entsteigt das Tierchen dieser unter lebhaften Fühlerbewegungen. Seine Flügel sind noch nicht längs gefaltet wie später. Es klettert mit zunächst noch ungeschicktem Gange in der nächsten Um-

gebung seiner Zelle auf der Wabe umher. Hält es hier und da im Laufe inne, so arbeitet es an der Säuberung seines eigenen Körpers. Allmählich wird der Gang sicherer; es treten Flügelbewegungen ein, die Körperhaare trocknen und richten sich auf, die Färbung tritt scharf hervor, und endlich legen sich die Flügel in der den Faltenwespen eigenen Art zusammen. Für die Dauer dieser Vorgänge ist etwa eine halbe Stunde im Durchschnitt anzusetzen. Die Männchen brauchen die meiste Zeit, auch schon beim Durchbrechen des Deckels. Schmidt hat Männchen beobachtet, die sich einen ganzen Tag zu dieser Arbeit Zeit ließen. Dabei macht das Männchen wie das Weibchen nur eine Öffnung, gerade groß genug, um hindurchkriechen zu können, und kümmert sich um die stehenbleibenden Reste durchaus nicht weiter.

W. May, Karlsruhe.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

2. Mai. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

Herr Nernst trägt über Versuche vor, die im Anschluß an die früheren Arbeiten von Dr. Pier u. a. eine sichere Aufzeichnung von rasch veränderlichen Drucken bezwecken. (Ersch. später.)

Herr Stumpf legte eine Abhandlung des Leiters der Anthropoidenstation auf Teneriffa Herrn Dr. Wolfgang Köhler vor: *Nachweis einfacher Strukturfunktionen beim Schimpanse und beim Haushuhn. — Über eine neue Methode zur Untersuchung des bunten Farbensystems.* (Abh.) Die gewöhnlichen Wahlressuren bewirken, daß das Tier einen von zwei Sinnesindrücken bevorzugt, und stellen so die Unterscheidungsfähigkeit für diese Eindrücke fest. Versuche an Hühnern wie an Schimpansen lehrten nun, daß eine Art Transposition stattfindet, wenn nach den Reizen *a* und *b* die Reize *b* und *c* vorgelegt werden, die sich nach der gleichen Richtung hin unterscheiden. Der Verfasser läßt noch dahingestellt, ob hierbei das Verhältnis als solches oder der durch den Komplex der beiden Eindrücke gegebene Gesamteindruck maßgebend sei, und bezeichnet das Gemeinsame beider Fälle als Strukturfunktion. Da solche Transpositionen nur möglich sind, wenn die Eindrücke Glieder einer Reihe sind, so können solche Versuche auch zu Schlüssen über die Reihenbildung innerhalb des Farbensystems (Hering) herangezogen werden.

Herr Einstein überreichte eine Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Hermann Weyl in Zürich: *Gravitation und Elektrizität.* (Ersch. später.) Dem natürlichen Aufbau der Riemannschen Nahegeometrie, die, auf die Welt angewendet, nach Einstein die Gravitation erklärt, ist als Grundbegriff der der infinitesimalen Parallelverschiebung eines Vektors zugrunde zu legen. Läßt man in dieser Geometrie eine bisher angenommene Voraussetzung fallen, die durchaus gegen den Geist der Nahegeometrie verstößt, so entsteht eine mathematische Theorie, die nicht bloß über die Gravitations-, sondern auch über die elektromagnetischen Erscheinungen Rechenschaft zu geben scheint. Sie führt zu einem bestimmten Wirkungsprinzip als dem universellen Weltgesetz und macht es verständlich, warum die Welt vierdimensional ist.

16. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Rubner sprach über die Verdaulichkeitsverhältnisse bei einer aus verschiedenen Nahrungsmitteln gemengten Kost. (Ersch. später.) Der Vortragende erörtert die Notwendigkeit und Möglichkeit einer Vervollkommenheit der Nahrungsmittelanalyse und berichtet

unter Kritik der bisherigen Verfahren einer Berechnung der Verdaulichkeit von Nahrungsmittelgemischen über Versuche, welche eine experimentelle Feststellung dieser Frage zum Ziele hatten.

2. Herr Einstein übergab eine Mitteilung: *Der Energiesatz in der allgemeinen Relativitätstheorie.* Die vom Verfasser gegebene Formulierung des Energiesatzes in der allgemeinen Relativitätstheorie wird verteidigt. Es wird gezeigt, daß die Energie eines abgeschlossenen Systems einen von der Koordinatenwahl unabhängigen Wert hat, der für die Trägheit des Systems und für die Fernwirkung desselben durch Gravitation maßgebend ist. Der Impuls-Energie-Satz wird auch auf die als quasi-sphärisch aufgefaßte Welt als Ganzes angewendet.

3. Herr Beckmann legte eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. Carl Neuberg aus der chemischen Abteilung des Kaiser Wilhelm-Instituts für experimentelle Therapie in Berlin-Dahlem vor: *Über die allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen.* (Ersch. später.) Untersuchungen des Verfassers haben ergeben, daß sich die Aldehyde als höchst wirksame Aktivatoren der alkoholischen Gärung und weiterhin der intramolekularen Atmung betätigen. Das Stimulationsvermögen ist den Aldehyden aller Reihen eigen; es kommt den einfachsten wie den kompliziertesten Vertretern dieser Körperklasse, wie an vielen Beispielen gezeigt wird, zu. Den isomeren Ketonen geht die Stimulationswirkung vollständig ab.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

2. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Studien über die Ausbreitung kalter Luft auf der Erdoberfläche; von Prof. Felix M. v. Exner. Bei den Umlagerungen der kalten und warmen Massen in der Atmosphäre muß man die kältere Masse als die jene Vorgänge beherrschende betrachten und kann fragen: Wie bewegt sich kalte Luft, die in wärmerer eingebettet ist? Welche Formen und welche Geschwindigkeiten nimmt sie an, wohin strömt sie? Mittels der hydrodynamischen Theorie der Oberflächenwellen wurde dieses Problem für zwei Dimensionen behandelt und die rechnerischen Ergebnisse mit Beispielen aus Wetterkarten verglichen.

Das w. M. Hofrat F. Exner legt vor: *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 107. Die Reflexion der α -Strahlen in einem langen Glasrohr bei schräger Inzidenz,* von Robert W. Lawson und Victor F. Heß. Fallen α -Strahlen unter schräger Inzidenz auf eine Metall- oder Glasplatte, so tritt ein Bruchteil auf der Inzidenzseite wieder heraus und täuscht eine Reflexion der α -Strahlen vor. Gelegentlich der Neube-

stimmung der Zahl (Z) der von 1 g Radium sekundlich ausgesendeten α -Teilchen wurden die vorliegenden Versuche in einem Glasrohr zum genaueren Studium dieser wenig bekannten Reflexionserscheinungen unternommen. Als α -Strahler wurde RaC verwendet. Absorptionskurven der primären und der reflektierten α -Teilchen lassen erkennen, daß die reflektierten α -Teilchen in Gruppen bestimmter Geschwindigkeiten verteilbar sind. Die Reichweite der schnellsten Gruppe (reflektierte Teilchen „erster Art“ genannt) beträgt etwa 4,2 cm, diejenige der 2. Gruppe (reflektierte Teilchen „zweiter Art“) nur mehr etwa 2,4 cm. Es sind auch schwache Andeutungen einer Reflexion „dritter Art“ in Entfernungen über 3 m vorhanden. In 1 m Distanz sind nur primäre α -Strahlen erkenntlich, in 2 m sind außer den primären die reflektierten α -Teilchen „erster Art“ vorhanden und in einer Entfernung von 3 m kommen reflektierte α -Teilchen „zweiter Art“ noch hinzu. Bei einer Reflexion „erster Art“ erleiden die α -Teilchen des RaC einen Geschwindigkeitsverlust von 15 %, hingegen ist der Geschwindigkeitsverlust der nach der „zweiten Art“ reflektierten α -Teilchen 30 %. Die Energieverluste sind eine Folge der im Glas zurückgelegten Wegstrecke. Bei der von den Verfassern verwendeten Versuchsanordnung mit evakuiertem Rohr war die Reflexion erst für Entfernungen über 110 cm konstatierbar. Von dieser Entfernung an nimmt der relative Anteil der reflektierten zu den primären in den Zähler gelangenden α -Teilchen anfangs sehr rasch, später langsamer zu. Die Anwendung der Theorie der einfachen Zerstreuung von Rutherford auf vorliegenden Fall ließ erwarten, daß die Absolutzahl der in den Zähler bei bestimmter Präparatstärke und evakuiertem Rohr gelangenden reflektierten α -Teilchen von der Entfernung Präparat-Zähler unabhängig sei, was allerdings nicht strenge erfüllt ist. Die nach der erhaltenen Formel berechnete Zahl der von 1 g Ra Äquivalent (RaC) minutlich in den Zähler gelangenden reflektierten α -Teilchen ($1,6 \cdot 10^4$) stimmt mit dem mittleren, aus den Versuchen erhaltenen Wert ($1,5 \cdot 10^4$) ganz gut überein.

Das w. M. Hofrat F. Becke legt eine Arbeit von Dr. Walter Schmidt in Leoben vor, betitelt: *Bewegungsspuren in Porphyroblasten kristalliner Schiefer*. Die Porphyroblasten kristalliner Schiefer (Granat, Albit, Biotit) enthalten häufig Einschlüsse, deren Anordnung durch die Parallelstruktur des Schiefers während des Wachsens des Porphyroblasten bestimmt ist. Wenn während des Wachsens die Lage des Porphyroblasten zur Schieferungsebene sich ändert, so stimmt die im Porphyroblast festgehaltene Parallelstruktur (Si) nicht mit der im Grundgewebe ausgeprägten (Se) überein. An Granaten kann man häufig beobachten, daß die Einschlüsse S-förmig gekrümmten Kurven folgen. Man erkennt daran, daß der Porphyroblast während des Wachsens seine Lage durch Wälzen verändert hat. Diese Erscheinung wird durch Differentialbewegung im Schiefer verständlich, wobei die Schieferungsebenen als Gleitebenen fungieren. Durch Verfolgen der Lagenänderung läßt sich ein Maß der Differentialbewegung im Gestein ableiten, welches ein Minimum der wirklichen Gleitbewegung darstellt.

16. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Prof. E. Brückner legt als Präsident der permanenten österreichischen Adriakommission eine Abhandlung von k. u. k. Kontreadmiral Wilhelm von Keflitz vor mit dem Titel: *Die Gezeitenerscheinungen in der Adria. I. Teil. Die Beobachtungsergebnisse der österreichischen Flutstationen*. W. v. Keflitz bringt mit Hilfe der harmonischen Analyse eine eingehende Beschreibung der Gezeitenerscheinungen an jeder der 14 über die Ostküste der Adria verteilten Stationen Triest, Pola, Fiume, Zengg, Hafen Cigale, Hafen Pantera, Zara, Insel Sestrice, Sebenico, Rogoznice, Comisa, Insel Pelagosa, Ragusa und Meljine, desgleichen auch

die Beobachtungen der Stationen Venedig und Brindisi, soweit diese gedruckt vorliegen. Es wird gezeigt, daß sich im Adriatischen Meer der Ablauf der Gezeiten, von meteorologischen Störungen abgesehen, ganz nach den aus der Theorie bekannten Gesetzen vollzieht, und daß die 7 Elementartiden (Hauptmonttide, Hauptsonnentide, Deklinationstide des Mondes, Deklinationstide der Sonne, große elliptische Monttide und lunisolare Tiden) vollkommen ausreichen, um die Flutkurven mit einer sowohl für theoretische Untersuchungen als auch für die Praxis hinreichenden Genauigkeit zu berechnen.

Früher (1913) vom Verfasser gefundene Ergebnisse bestätigend und erweiternd, wird dargetan, daß die Halbtagsgezeiten sich als eine stehende Welle, die in der Längsachse der Adria schwingt, äußern mit einem Knoten quer über die Adria bei Pantera, und die ganztägigen Gezeiten ebenfalls als stehende Welle mit einem Knoten in der Nähe der Straße von Otranto.

Das k. M. Hofrat Berwerth erstattet Bericht über einen angeblich in Mörtstadt im Mölltale in Oberkärnten stattgefundenen Niederfall eines Meteoriten und von ihm veranlaßten Schadenfeuers. Die Nachforschungen ergaben, daß am 12. März d. J., 9 Uhr 50 Minuten abends eine aus Nordost kommende große Feuerkugel, die in Bayern, Tirol und Oberkärnten beobachtet wurde, ihre Bahn südlich der Lienzer Dolomiten geendet hat.

Hofrat Berwerth überreicht ferner eine Mitteilung mit dem Titel: *Einige Strukturbilder von körnigen bis dichten Meteoreisen*. Es werden insgesamt vierzehn metallmikroskopische Aufnahmen von körnigen und dichten Meteoreisen mitgeteilt, deren Feinstrukturen bisher gänzlich unbekannt waren.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

4. Mai. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr S. Finsterwalder legt vor eine Abhandlung des o. Mitgl. Herrn Aurel Voß: *Zur Theorie der Kurven im Raume*.

2. Herr S. Günther legt für die Sitzungsberichte vor eine Abhandlung von Professor Dr. F. Klengel, Plauen i. V.: *Der Verlauf des Winters 1916/17 im sächsisch-bayerischen Grenzgebiete*. War der fragliche Winter überhaupt einer der strengsten, die je in Europa erlebt wurden, so steigerte sich seine Kältewirkung im bezeichneten Bereiche so gewaltig, daß dasselbe eine vollkommene Ausnahmestellung in unserem Erdteile einnimmt.

Derselbe legte einen Aufsatz von Gymnasiallehrer Dr. H. Gießberger, München, vor: *Das Reichenhaller Einsturzbeben vom 19. November 1910*. Genauer Nachweis, daß man es bei dieser Erdschütterung, die geographisch und geologisch nach allen Seiten verfolgt wird, mit einem reinen Bruchbeben zu tun hat, bedingt durch den Charakter des südostbayerischen Salzgebirges. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Derselbe hielt seinen zweiten Vortrag über *Kriegsmeteorologie*.

3. Herr F. Lindemann spricht über *Konforme Abbildung der Halbebene auf ein von beliebigen Parabeln begrenztes Polygon*. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

4. Herr P. v. Groth legt eine Mitteilung vor von A. Johnson in Kiel über *Optisches Drehungsvermögen und Schraubungsachsen regulärer Kristalle*. Das Drehungsvermögen optisch aktiver einachsiger Kristalle in der Richtung ihrer optischen Achse hat zuerst Sohncke aus deren schraubenartiger Struktur erklärt. Eine solche Struktur konnte er bei kubischen Kristallen theoretisch nur in den drei Richtungen der Kanten des Würfels erhalten, während die optisch aktiven Kristalle des kubischen Systems nach allen Richtungen gleiches Drehungsvermögen besitzen. Dieser Widerspruch wird nun von Johnson beseitigt durch den Nachweis, daß aus der Annahme, die von einer Schrau-

bungsachse in einer beliebigen Richtung bewirkte Drehung proportional dem Quadrat des Kosinus der Winkel zwischen der Richtung und jener Achse ist, sich ergibt, daß in kubischen Kristallen die Drehung unabhängig von der Richtung des Strahles ist.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 18. Oktober 1917.

Herr Rietschel: *Das Problem der Übertragung der angeborenen Syphilis.* Nach einer Einleitung, in der die historische Seite des Problems auseinandergesetzt wird, geht der Vortragende auf die drei wichtigen Entdeckungen in der Syphilispathologie ein und behandelt ihre Ergebnisse für das hier vorliegende Problem. Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß durch die Spirochätenuntersuchung und die Wassermannsche Reaktion die Syphilis der Mütter von syphilitischen Kindern sichergestellt ist. Die Ausnahmen des Collesschen Gesetzes (Infektionen von Müttern durch ihr eigenes syphilitisches Kind) werden als Superinfektionen gedeutet. Der eigentümliche klinische Verlauf der Syphilis bei diesen Müttern (völliges Freibleiben von Symptomen, tertiärische d'émblée) führt der Vortragende auf den eigentümlichen Infektionsmodus zurück, den die Frauen durchmachen. Er meint, daß es bei diesen Frauen nicht zu einem Hauptprimäraffekt kommt, daß vielmehr das infektiöse Sperma des Mannes in utero den Primäraffekt setze, der erst den geeigneten Boden bei der Menstruation oder Konzeption fände. Durch diesen veränderten Infektionsmodus und -ort wird der veränderte klinische Verlauf bedingt. Klinische Beispiele und tierexperimentelle Erfahrungen sprechen im gleichen Sinne. Die Infektion des Fötus ist daher eine placentare.

Sitzung vom 31. Oktober 1917.

Herr W. Peters: *Zur Entwicklung der geistigen Leistungsfähigkeit.* Vortragender weist auf die theoretische, soziale und wirtschaftliche Bedeutung der Frage nach der Entwicklung der geistigen Leistungsfähigkeit hin und skizziert an der Hand fremder und eigener Spezialuntersuchungen über die Entwicklung einzelner psychischer Fähigkeiten die allgemeinen methodischen und sachlichen Probleme und die vorerst bescheidenen Ansätze zu ihrer Lösung. Er demonstriert an zahlreichen Kurven das Wachstum der geistigen Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Lebensalter und weist auf

einen gewissen Parallelismus mit dem Wachstum des Hirngewichtes hin. Er zeigte, wie jenes Wachstum von der Art und Schwierigkeit der Leistung und der individuellen Leistungsfähigkeit abhängig ist, wie es durch die Pubertät, durch intellektuelle Entwicklungshemmungen, durch Milieu und Beruf beeinflusst wird, und wie es schließlich einem Stillstand und einer Rückbildung der psychischen Leistungsfähigkeit Platz macht. Zum Schluß erörterte der Vortragende die Beziehungen zwischen Übungs- und Entwicklungsfortschritt der geistigen Leistungsfähigkeit und verschiedene Hypothesen zur Erklärung der Entwicklung der psychischen Leistungsfähigkeit.

Sitzung vom 15. November 1917.

Herr Baltzer: *Über die Vererbung und Entwicklung bei Artbastarden.* Der Vortragende gab eine gedrängte Zusammenstellung der von ihm selbst, von Godlewski, Shearer, de Morgan und Fuchs, Tennant, G. Hertwig u. a. an Echinodermenbastarden gemachten zytologischen und entwicklungsphysiologischen Beobachtungen. Daran knüpfte sich eine Darstellung der von Federley, Doncaster und Harrison u. a. bei Schmetterlingsbastarden beobachteten Verhältnisse. Bei allen diesen Kreuzungen führt die Kombination zweier artfremder Geschlechtscellen Entwicklungsstörungen herbei. Eine rein mendelstische Erklärung der Vererbungserscheinungen in diesen und ähnlichen Fällen — die die Mehrzahl der tierischen Artkreuzungen ausmachen — ist nicht möglich. Bei mendelnden Bastarden sind die entsprechenden (das entsprechende Merkmal) übertragenden Erbanlagen homolog und können sich gegenseitig vertreten. Damit ist die Grundlage für das Aufspalten der Merkmale bei der Mendelschen Vererbungsweise gegeben. Bei den meisten Artbastarden ist diese Homologie nicht vorhanden. Die Vertretbarkeit fehlt. Übergänge zwischen beiden Bastardgruppen scheinen (nach Beobachtungen von Federley) vorhanden zu sein.

Sitzung vom 13. Dezember 1917.

Herr Kntep: *Über die allgemeinen Lebensbedingungen im Meere.* Der Vortragende untersucht den Einfluß des Lichtes, der Temperatur, des Gehalts an Nährstoffen, der Strömungen auf die Lebensbedingungen im Meer. Er fordert Untersuchungen des Planktons während längerer Zeiträume und exakte Messungen der Außenbedingungen, Reinkultur der Planktonorganismen zur Erforschung der Lebensbedingungen der einzelnen Arten und der gegenseitigen Beeinflussung der Entwicklung.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Meteorologische Zeitschrift;

Heft 3, März 1917.

Beiträge zur Dynamik der Atmosphäre; von A. Schmauß. Der hydrodynamische Satz: große Geschwindigkeit — kleiner Druck, kleine Geschwindigkeit — großer Druck läßt sich auch auf kontinuierliche Luftströmungen übertragen. Viele meteorologische Erscheinungen, wie Steig- und Fallgebiete, Hoch- und Tiefdruckgebiete, bestimmte Wolkenformen usw., lassen sich auf dieses Prinzip zurückführen, das somit für die Meteorologie einen gewissen universellen Charakter gewinnt.

Der Variationsindex und die Glättung; von V. Laska.

Heft 4/5, April/Mai 1917.

Niederschlag, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit, Schneedecke in Waldbeständen und im Freien; von Joh. Schubert. Durch langjährige Messungen auf zahlreichen Doppelstationen in Preußen, Braunschweig, Thüringen, den Reichslanden und Württemberg wurde

festgestellt, daß der Niederschlag unter Waldbäumen nur drei Viertel von der im Freien gemessenen Menge beträgt. Vom Regen gelangen unter den Waldbäumen etwas über sieben Zehntel zur Messung. Auch bei Einnahme des an den Baumstämmen ablaufenden Wassers erhält der Boden im Waldbestande nach Messungen von Hoppe eine merklich geringere Regenmenge als eine freie Fläche. — Während des Sommers verdunstet im Walde einmal das die Bäume benetzende Wasser, außerdem die Feuchtigkeit an der Bodenoberfläche und schließlich das Bodenwasser, das die Wurzeln den Bäumen zuführen. Nur die Verdunstung an der Bodenoberfläche ist im Walde gegenüber der freien Fläche ermäßigt, die gesamte Verdunstung überwiegt im Waldbestande. — Die Schneedecke war in den Fichtenbeständen der deutschen Mittelgebirge bis März schwächer, im April und Mai höher als im Freien, der Wald gewährte also im Frühjahr Schutz vor schnellem Abschmelzen und Verdunsten. — Besondere Nachweise werden für Trockenzeiten und für Nebelniederschläge gegeben.

Dämmerungsbeobachtungen Herbst 1911 bis Anfang 1917; von C. Dorn. S. Kleine Mitteilungen 1917 S. 614.

Heft 6/7, Juni/Juli 1917.

Nebelbildung über Land und Meer; von W. Köppen.

Zur Kenntnis der Gesetze der Bildung von Leuchtmassen (Perlen) bei Perlschnurblitzen; von Max Toepfer. Der Perlschnurblitz vom 8. 5. 16 in Dresden wird geschildert, besonders die Dimensionen und das Schrumpfen seiner Perlen. Diese sind kaum durch Extrapolation den bekannten Schichtarten (Geißlerrohrschichtung der Righischer Leuchtmassenbildung) anzuschließen. Verfasser sucht vielmehr den Grund dieser Schichtung mit 7,5 m Perlabstand darin, daß schon die Blitzbildung unter Rückstufen, d. h. mit Aneinanderreihung einzelner Büschel von 7,5 m Länge erfolgte und daß beim Nachfließen der Elektrizität dann die Zentren dieser Büschel infolge erneuter Stoßionisierung in ihnen für die Dauer des Perlschnurphänomens aufleuchteten.

Ringerscheinungen um die Sonne während der Jahre 1912 bis 1917 und ihre Beziehung zur Sonnentätigkeit; von C. Dorno. Der Aufsatz bildet eine Ergänzung zu dem in Heft 4/5 der „Met. Z.“ erschienenen über „Dämmerungsbeobachtungen 1912—1917“. An Hand der Größenverhältnisse, Farben und Intensitäten der in genanntem Zeitraum beobachteten, dem Bishoprings identischen und verwandten, Beugungserscheinungen um die Sonne wird bewiesen, daß die von dem Ausbruch des Katmaivulkan im Juni 1912 verursachte optische Störung ganz allmählich bis zur zweiten Hälfte des Jahres 1914 abklang, daß in 1915 und der ersten Hälfte 1916 etliche schnell vorübergehende Einzelstörungen vorhanden waren, welche sich in der zweiten Hälfte 1916 zu einer kontinuierlichen zusammenschlossen, und daß die Störungen der Jahre 1915/16 in einer das Maß des Zufälligen weit übersteigenden Beziehung zur Sonnentätigkeit standen.

Heft 8/9, August/September 1917.

Über die Korrelation zwischen Vektoren mit Anwendungen auf meteorologische Aufgaben; von H. U. Sverdrup. Ein Ausdruck für einen „vektoriellen“ Korrelationsfaktor wird abgeleitet, der ein Maß dafür ist, mit welcher Annäherung paarweise gegebene Vektoren in einer linearen Beziehung zueinander stehen. Der Korrelationsfaktor nimmt den Wert 1 an, wenn die zwei Vektoren immer einen konstanten Winkel miteinander bilden und ihre Skalarwerte einander proportional sind, und wird gleich Null, wenn zwischen denselben keine Beziehung besteht. Als Beispiele werden in einigen Fällen die Korrelationen zwischen den Vektoren Wind, Druckgradient und Wind am Erdboden, Wind in der Höhe berechnet.

Zwei im Königreich Sachsen während des Weltkrieges erbaute Wetterwarten; von Paul Schreiber. Der Verfasser gibt eine kurze Beschreibung der nach seinen Angaben errichteten Observatorien auf der Wahnsdorfer Kuppe und auf dem Fichtelberg. Abbildungen der Warten nach photographischen Aufnahmen sind beigegeben. Der Fichtelberg ist der höchste Gipfel des Erzgebirges in Sachsen und liegt 1215 m über N.N. Die Wahnsdorfer Kuppe ist der höchste Punkt der Lößnitz, 8 Kilometer nordwestlich von Dresden, 246 m über N.N.

Die Nebensonnen unter dem Horizont; von Alfred Wegener. Außer den gewöhnlichen, etwa 22° rechts und links der Sonne auftretenden Nebensonnen, muß es noch 2 andere, bisher unbeachtete geben, die an entsprechenden Stellen unter dem Horizont auftreten, also den Eindruck erwecken, als seien sie Spiegelbilder der erstgenannten in einer horizontalen Wasserfläche. Sie entstehen gleichfalls durch Brechung des Sonnenlichtes in hexagonalen Eisprismen mit vertikaler Hauptachse, wobei der Strahl an einer der Seitenflächen eintritt und an der übernächsten wieder austritt, nur liegt bei ihnen zwischen Ein- und Austritt noch eine Totalreflexion an der unteren Basis-

fläche des Prismas. Nur eine Beobachtung dieser Nebensonnen unter dem Horizont (von Pernter) läßt sich bisher anführen, und auch diese erst nach einer Richtigstellung. Dagegen lassen sie sich leicht mit Hilfe eines wassergefüllten Glasmodells erzeugen.

Zur Verwitterung durch Rauchgase und Schlagregen; von Vincenz Pollack. Aus den Tatsachen, Versuchen, Theorien und Meinungen über Verwitterung sind, abgesehen von Wittertypen für arides und humides Klima, Äußerungen vorhanden über angenommenen und bestrittenen Einfluß der Rauchgase und Nebel, gewisser Winde, der Bauwerkslage nach Weltgegend, frei oder umbaut, an der See oder im Lande über Verlauf der Verwitterung an Bauten, deren Möglichkeit, Wahrscheinlichkeit oder Abweisung auch von meteorologischer Seite zu studieren wäre. In Bauten, besonders Monumentalwerken, sind viele Hunderte von Millionenwerten angelegt und besitzt das kleinste Ergebnis nicht nur wissenschaftliche, sondern allgemein volkswirtschaftliche Bedeutung.

Heft 10/11, Oktober/November 1918.

Einfluß von Wirbeln mit horizontaler Achse auf die Steiggeschwindigkeit von Pilotballonen; von Wilhelm Schmidt. Sind in einer Flüssigkeit Wirbel mit horizontaler Achse enthalten, so beschleunigen sie unter bestimmten Bedingungen das Emporsteigen von Teilchen, die infolge ihres geringeren spezifischen Gewichts gegenüber der sie umgebenden Flüssigkeit aufwärtsstreben. Ein solcher Fall ist oft genug bei den zur Erforschung des Windes in der Höhe verwendeten Pilotballonen vorhanden: die freie Luft ist fast ständig von Wirbeln durchsetzt („Turbulenz“), deren Umfangsgeschwindigkeiten sehr wohl von gleicher Größenordnung mit den Steiggeschwindigkeiten der Ballone sein mögen. Damit ließe sich aber sogleich eine Reihe der bei den Ballonen beobachteten Besonderheiten erklären — z. B. die Erhöhung der Steiggeschwindigkeit gegenüber der in geschlossenen Räumen erhaltenen —, ohne daß man eigene vertikale Austauschströme und Versetzungen von größerer senkrechter Mächtigkeit heranzuziehen hätte.

Verdunstungsmenge, Verdunstungskälte und Dampfhunger; von W. Gallenkamp. Von Köppen (Met. Ztschr. 1917, H. 2) wurde an einer größeren Reihe von Stationsmittelnwerten gefunden, daß das Verhältnis von Verdunstungsmenge zu Verdunstungskälte $t-t'$ mit der Temperatur steigt, daß dagegen das Verhältnis von Verdunstungsmenge zu Sättigungsdefizit $E-e$ von der Temperatur unabhängig ist. Dies wurde experimentell geprüft. Der erste Befund wurde bestätigt, der zweite nicht, sondern eine Abnahme von $V:E-e$ mit steigender Temperatur gefunden. Der Grund wird in dem verschiedenen Verhalten von e im täglichen und im jährlichen Gang vermutet. Eine genaue Übereinstimmung der aus Mittelwerten berechneten Beziehungen wird bezweifelt, da auf den Wind keine Rücksicht genommen ist, der bei weitem der wichtigste Faktor ist.

Der tägliche Gang der Geschwindigkeit stürmischer Winde und des Luftdruckes bei den vier Hauptwindrichtungen auf dem Donnersberge; von R. Spitaler. In einer theoretischen Untersuchung hat A. Schmauß nachgewiesen, daß die tägliche Periode der Luftdruckschwankung die Folge einer täglichen Periode der Windgeschwindigkeit sein könne und nicht umgekehrt, wie man immer annimmt. Nur in diesem Falle wird man von der Richtung des Windes unabhängig. Aus den anemometrischen Aufzeichnungen des meteorologischen Observatoriums auf dem Donnersberge hat nun R. Spitaler die tägliche Periode stürmischer reiner Nord-, Ost-, Süd- und Westwinde untersucht und mit der täglichen Periode des Luftdruckes an solchen stürmischen Tagen verglichen. Er fand die Hypothese von Schmauß durch die Beobachtungen bestätigt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 27.

5. Juli 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen. Von *Prof. Dr. J. Stark, Greifswald.* S. 397.

Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen. Von *Privatdozent Dr. W. Eitel, Frankfurt a. M.* (Schluß.) S. 400.

Besprechungen:

Steinmann, G., und O. Wilckens, Handbuch der regionalen Geologie. Von *Cl. Leidhold, Straßburg i. E.* S. 404.

Sapper, K., Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane. Von *Th. Arldt, Radeberg.* S. 406.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Von *Karl Fischer, Berlin-Friedenau.* S. 407.

Heim, Alb., Geologie der Schweiz. Von *J. Früh, Zürich.* S. 407.

Entomologische Mitteilungen:

Die Wirkung der Winterkälte 1917 auf das Insektenleben. Geruchs- und Farbensinn bei Tagfaltern. Die Ausbreitung der argentinischen Ameise in der Kapkolonie und ihr Einfluß auf die einheimische Ameisenfauna. Eine Ameise als Gemüseschädling. Biologische Beobachtungen an der Cicindelenlarve. S. 408—409.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1917; Nr. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 und 24. S. 410.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Steuer- und Anleihepolitik in England während des Krieges

Bearbeitet im Reichsschatzamt

Von

Professor Dr. **W. Prion**

Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 8050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G. m. b. H. CÖLN a. Rh.

Soeben erschienen:

**Darwin's
geschlechtliche Zuchtwahl
und ihre arterhaltende Bedeutung.**

Habilitationsvortrag von
Dr. N. Lebedinsky
Priv. Doc. für Zoologie in Basel.

Preis M. 1.80 (138)

Verlag Helbing & Lichtenhahn, Basel.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

**Wissenschaftliche Abhandlungen der
Normal-Eichungs-Kommission**

(Fortsetzung der „Metronomischen Beiträge“)

IX. Heft:

Bestimmung der Oberflächenspannung von Oelen mit dem Kapillarplattenapparat

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Leo Gumnach**
und Reg.-Rat Dr. **Willy Bein**

Die Einrichtungen der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission für Längenbestimmungen höherer Genauigkeit an Meßbändern und Drähten Mit Erörterung der bei den Spanneinrichtungen in Frage kommenden Fehlerquellen.

Von Dr. **P. A. Thomas**

Mit 16 Textfiguren — Preis M. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Raum, Zeit, Materie

Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie

Von

Hermann Weyl

Preis M. 14.—

*** Zur Krise
der Lichtäther-Hypothese**

Rede, gehalten beim Antritt des Lehramtes an der
Reichs-Universität zu Leiden

Von

Professor Dr. **P. Ehrenfest**

1913 — Preis M. —.60

*** Die Atomionen
chemischer Elemente**

und ihre Kanalstrahlen-Spektren

Von

Dr. **J. Stark**

Professor der Physik an der Technischen Hochschule Aachen

Mit 11 Figuren im Text und auf einer Tafel

1913 — Preis M. 1.60

Teuerungszuschlag für die var dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher:
auf geheftete 20%, auf gebundene 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

5. Juli 1918.

Heft 27.

Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen.

Von Prof. Dr. J. Stark, Greifswald.

Wie ich kürzlich in dieser Zeitschrift (1918, Heft 13) dargelegt habe, läßt sich aus der Zusammensetzung des Spektrums des Nordlichts folgern, daß die elektrischen Strahlen, welche es erzeugen, positive Strahlen sind. Am Schlusse meiner Mitteilung habe ich auch die Geschwindigkeit der positiven Nordlichtstrahlen auf Grund von freilich spärlichen Angaben über die Farbe des Nordlichts für den Fall von H^+ -Strahlen auf $1 \cdot 10^8$ bis $3 \cdot 10^8$ cm sek⁻¹ geschätzt. In meiner unterdes erschienenen ausführlichen Abhandlung (Ann. d. Phys. 54, 598, 1917¹) habe ich mich in dieser Hinsicht mit Vorsicht folgendermaßen geäußert: „Nach den Intensitätsverhältnissen in Tab. III zu urteilen, dürften die positiven Strahlen, welche das grünlich gelbe Nordlicht erzeugen, eine Geschwindigkeit von 5000—50 000 Volt haben; falls das rote Nordlicht der oben erwähnten rotgelben Gesamtfarbe langsamer Kanalstrahlen entspricht, dürfte es von erheblich langsameren Strahlen hervorgebracht werden. Die Erscheinung, daß es verschiedenes gefärbte Nordlichter gibt, dürfte sich also aus der Änderung des Intensitätsverhältnisses der N-Spektren mit der Geschwindigkeit der positiven Strahlen erklären. Leider war mir die in dieser Hinsicht am wichtigsten Originalmitteilung *Carlheim-Gyllenskiölds* nicht zugänglich.“

Dank der Freundlichkeit von Herrn A. Schmidt (Meteorologisch-Magnetisches Observatorium Potsdam) konnte ich unterdes die Abhandlung von *Carlheim-Gyllenskiöld*, insbesondere seine ausführlichen Mitteilungen über die Farben des Nordlichts, nachlesen. Auf Grund derselben und auf Grund meiner Beobachtungen über N-Kanalstrahlen komme ich zu der Folgerung, daß das rote Nordlicht in der Tat von langsamen positiven Strahlen und demnach auch das grünlich gelbe Nordlicht nicht von sehr schnellen, sondern von mäßig schnellen positiven Strahlen hervorgebracht wird. Die kinetische Energie des einzelnen Nordlichtstrahls möge gemessen werden in Volt Spannungsdifferenz V , welche ein Elementarquantum elektrischer Ladung e frei durchlaufen muß, um eine gleich große kinetische Energie zu gewinnen. Wir können so in abgekürzter Ausdrucksweise von einer kinetischen Energie ($\frac{1}{2} m v^2 = e V$) oder sogar einer Geschwindigkeit ($v = \sqrt{2 \frac{e}{m} V}$) in Volt sprechen. Dieser Ausdrucksweise mich bedienend, folgere ich also aus Farbe und Spek-

trum der Nordlichter, daß die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen zwischen 100 Volt (rotes Nordlicht) und 5000 Volt (grünes Nordlicht) liegt.

Sind die Nordlichtstrahlen H^+ -Strahlen ($\frac{e}{m} = 3 \cdot 10^{14}$ st. E.), so bewegt sich demnach ihre Geschwindigkeit in dem Bereich von $1 \cdot 10^7$ bis $1 \cdot 10^8$ cm sek⁻¹.

Die vorstehende Folgerung über die Größenordnung der Geschwindigkeit der positiven Nordlichtstrahlen läßt sich durch nachstehende Deutung einer Eigenschaft des Nordlichts bestätigen, welche man *Aberration der Nordlichtstrahlen* nennen kann. Sie sei hier für den einfachsten Fall kurz beschrieben.

Das Nordlicht erscheint an denjenigen Orten im Vergleich zu anderen am häufigsten, welche angenähert in einem Winkelabstand von 20° von dem Schnittpunkt der magnetischen Achse der Erde mit ihrer Oberfläche (81° n. Br., 75° w. L. von Greenwich) liegen¹). Die Zone dieser Punkte heißt die Nordlichtzone, ihr Pol der Nordlichtpol; der Zeitpunkt, in welchem ein Ort infolge der Erddrehung die Ebene durch den Mittelpunkt der Sonne und die magnetische Achse der Erde während der Nachtzeit schneidet, wird die magnetische Mitternacht für den Ort genannt. Der tägliche Höchstwert der Nordlichthäufigkeit stellt sich für einen Ort in der Nordlichtzone nicht um seine magnetische Mitternacht, sondern ungefähr um eine Stunde früher ein; dieses Vorseilen des täglichen Nordlichthöchstwertes vor der magnetischen Mitternacht ist es, was ich *Aberration der Nordlichtstrahlen* nennen möchte.

Die Deutung dieser Aberration sei hier der Anschaulichkeit halber für den Fall durchgeführt, daß die Erde sich gerade im Wintersolstitium oder nahe dabei befindet; in dieser Lage tritt ein jährlicher Höchstwert der Nordlichthäufigkeit für einen Ort der Nordlichtzone auf.

Diese tatsächlichen Feststellungen über das Auftreten eines täglichen und eines jährlichen Höchstwertes der Nordlichthäufigkeit sind, wie kurz angedeutet sei, in folgender Weise zu erklären. In den angegebenen Lagen²) der magnetischen Erdachse gegen die von der Sonne kommenden positiven Strahlen besitzt für den betrachteten Ort der Nordlichtzone derjenige Raum einen täg-

¹) Vgl. L. Vegard, Bericht über die neueren Untersuchungen am Polarlicht. Jahrb. d. Rad. u. El. 14, 383, 1917.

²) In diesen Lagen stehen die magnetischen Kraftlinien über dem Gebiet der Nordlichtzone angenähert senkrecht zu den positiven Sonnenstrahlen und bestreichen darum mit ihrer Ablenkung einen Höchstwert des von diesen durchlaufenen Raumes.

¹) Das Heft wurde am 26. April 1918 ausgegeben.

lichen bzw. jährlichen Höchstwert, aus welchem heraus positive Sonnenstrahlen infolge der Neigung ihrer Geschwindigkeit gegen das durchlaufene magnetische Erdfeld von diesem in den Gesichtskreis des betrachteten Ortes in 100–150 Kilometer über der Erdoberfläche zusammengeleitet werden.

In Fig. 1 sind nun schematisch in einer Zeichenebene durch die Mittelpunkte von Sonne und Erde in deren Wintersolstitium die uns hier interessierenden Größen dargestellt. Der Schnitt der Ebene durch Sonne und magnetische Erdachse ist gestrichelt, der Schnitt durch die Erde ausgezogen, der Nordlichtpol (als kleiner Kreis) auf die Zeichenebene projiziert. Es ist in Fig. 1 angenommen, daß die Bahngeschwindigkeit der Erde im Verhältnis zur Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen sehr klein sei, daß also im Vergleich zu ihnen die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne stillstehe. Durch die punktierten Pfeile sind die positiven Strahlen dargestellt, welche von der



Fig. 1.

Bahngeschwindigkeit der Erde sehr klein gegen die Geschwindigkeit der Strahlen.

Sonne angenähert parallel dem Fahrstrahl Sonne-Erde kommen und auf ihrem Wege durch das magnetische Erdfeld nach der Nordlichtzone hin zusammengeleitet werden. Wie ohne weiteres zu ersehen ist, muß aus Gründen der Symmetrie entweder ein täglicher Höchst- oder ein Tiefstwert der Nordlichthäufigkeit in einem Ort der Nordlichtzone genau in dessen magnetischer Mitternacht sich zeigen. Ein Voreilen eines solchen Wertes vor der magnetischen Mitternacht, so wie es in Wirklichkeit zutrifft, ist also unter der gemachten Voraussetzung — Bahngeschwindigkeit der Erde sehr klein gegen Strahlengeschwindigkeit — nicht möglich.

Nunmehr sei diese Voraussetzung aufgegeben und die Folgerung aus der Voraussetzung gezogen, daß die Bahngeschwindigkeit der Erde im Verhältnis zu der Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen merklich ist. Wie auf der Hand liegt,

kommt für die Größe der ablenkenden magnetischen Kraft von Seite der Erde auf die positiven Nordlichtstrahlen lediglich die relative Geschwindigkeit der Strahlen in bezug auf die Erde in Betracht. Hinsichtlich der Ablenkung der Strahlen können wir darum die Erde als ruhend betrachten, wenn wir den Strahlen außer der längsradialen Geschwindigkeit v_s parallel dem Fahrstrahl Sonne-Erde noch eine querradiale Geschwindigkeit v_e beilegen, welche entgegengesetzt und gleich der Bahngeschwindigkeit ($-v_e$) der Erde ist.

Gemäß dieser Erwägung ist in Fig. 2 der Verlauf der Nordlichtstrahlen in der Nähe der Erde dargestellt. Sie fallen nunmehr infolge der Relativbewegung nicht mehr parallel dem Fahrstrahl Sonne-Erde ein, sondern bilden mit diesem einen Winkel φ , für den $\tan \varphi = \frac{v_e}{v_s}$ ist. Um diesen Winkel φ erscheint in erster Annäherung die Zeit

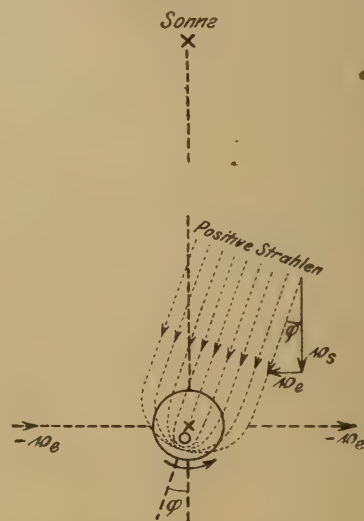


Fig. 2.

Bahngeschwindigkeit (v_e) der Erde merklich groß gegen Geschwindigkeit (v_s) der Strahlen.

des Eintritts des täglichen Höchstwertes der Nordlichthäufigkeit aus seiner Lage (magnetische Mitternacht) für die Verhältnisse der Fig. 1 vorausgedreht.

Wenn also die Bahngeschwindigkeit der Erde nicht mehr sehr klein im Verhältnis zu der Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen ist, muß für die wirklich vorhandenen Richtungen der Drehung der Erde um ihre Achse und ihrer Bewegung um die Sonne der tägliche Höchstwert der Nordlichthäufigkeit an einem Ort der Nordlichtzone um eine bestimmte Zeit der magnetischen Mitternacht des Ortes voreilen. Diese Erscheinung, „die Aberration der Nordlichtstrahlen“, ist nun, wie oben bereits mitgeteilt wurde, tatsächlich festgestellt worden, und zwar wird für einen Ort der Nordlichtzone der Eintritt des Höchstwertes der Nordlichthäufigkeit etwa 1 Stunde vor magnetischer Mitternacht beobachtet. Dieser Zeit

entspricht in der Drehbewegung der Erde ein Winkel $\varphi = 15^\circ$. Es ist demgemäß $\tan 15^\circ = \frac{v_e}{v_s}$ und, wenn v_s angenähert gleich $3 \cdot 10^6$ cm sek⁻¹ gesetzt wird, die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen $v_s = 1 \cdot 10^7$ cm sek⁻¹. Dieser Wert kann freilich nur der Größenordnung nach richtig sein, weil sich der Winkel φ nicht genau bestimmen läßt. Er ist zudem ein Durchschnittswert, bei dessen Bildung (Ablenkung der entfernten lang-samen Strahlen nach der Nordlichtzone) die kleineren Werte der vorkommenden Geschwindigkeiten bevorzugt sind.

Trotz dieser Mängel ist die aus der Aberration der Nordlichtstrahlen ermittelte Größenordnung ihrer Geschwindigkeit von Bedeutung, denn er liefert eine willkommene Bestätigung der Folgerungen, welche ich aus der Farbe des Nordlichts (Intensitätsverhältnis der in ihm vorkommenden Stickstoffspektren) hinsichtlich der Geschwindigkeit $1 \cdot 10^8$ cm sek⁻¹ der Nordlichtstrahlen gezogen habe. Während diese angenähert einen oberen Grenzwert der Geschwindigkeit für den Fall von Wasserstoff-Nordlichtstrahlen ergaben, kann die aus der Aberration der Nordlichtstrahlen errechnete Geschwindigkeit $1 \cdot 10^7$ cm sek⁻¹ angenähert als unterer Grenzwert gelten. Zwischen $1 \cdot 10^7$ und $1 \cdot 10^8$ cm sek⁻¹ dürfte also die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen in den meisten einzelnen Fällen liegen.

In dem einzelnen Fall läßt sich die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen dann bestimmen, wenn der Zeitpunkt ihres Abganges von der Sonne und der Zeitpunkt ihres Eintreffens in der Erdatmosphäre ermittelt werden kann. Es sei t_1 der Zeitpunkt, in welchem eine besonders große Fleckengruppe, welche positive Strahlen aussendet, die Ebene durch Erde und Sonnenachse passiert; w sei die Winkelgeschwindigkeit der Sonne, $\varphi = \arctan \frac{v_e}{v_s}$ der Winkelbogen, welchen die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne während der Zeit zurücklegt, während welcher die von der Fleckengruppe radial ausgehenden positiven Strahlen unterwegs sind. Es treffen dann die Erde diejenigen Strahlen, welche zur Zeit $t_1 + \frac{1}{w} \arctan \frac{v_e}{v_s}$ von der Sonne ausgegangen sind; der Zeitpunkt t_2 , in welchem danach zum ersten Male ein besonders intensives Nordlicht auf der Erde eintritt, ist wahrscheinlich der Zeitpunkt des Eintreffens dieser positiven Strahlen auf der Erde. Auf einen solchen ausgezeichneten Fall hat mich Herr M. Wolf aufmerksam gemacht. Wie er mir mitteilte (Astron. Nachr. 4875 vom 21. Febr. 1917), kulminierte eine einzig große Sonnenfleckengruppe am 9. Februar 1917 nachmittags; am 15. Februar nachmittags trat darauf ein intensives Nordlicht auf. Die am 9. Februar von der Sonne in radialer Richtung ausgehenden positiven Sonnenstrahlen brauchten also ange-

nähert¹⁾ 6 Tage, um einen Weg von etwa $148 \cdot 10^6$ Kilometer zu durchlaufen. Ihre Geschwindigkeit war daher angenähert $3 \cdot 10^7$ cm sek⁻¹. Falls sie H⁺-Strahlen waren, mußten sie, wenn man von nichtelektrischen Kräften auf sie absieht, in der Nähe der Sonne eine Spannungsdifferenz von 390 Volt frei durchlaufen, um diese Geschwindigkeit zu gewinnen. Diese Zahl stimmt gut überein mit der oben aus der Spektroskopie (Farbe) und der Aberration der Nordlichtstrahlen erhaltenen oberen und unteren Grenze für die Geschwindigkeit dieser Strahlen.

Zusammenfassend läßt sich über die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen folgendes sagen: *Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen liegt in den meisten Fällen zwischen $1 \cdot 10^7$ und $1 \cdot 10^8$ cm sek⁻¹; sie ist im allgemeinen von Nordlicht zu Nordlicht verschieden und nimmt auch innerhalb eines und desselben Nordlichtes von einem Anfangswert (grüngelbe Farbe) bis zu dem Grenzwert $1 \cdot 10^7$ cm sek⁻¹ (rötliche Farbe des unteren Randes) infolge der Zusammenstöße der Strahlen mit Stickstoffmolekülen in der Erdatmosphäre ab.*

Nachschrift über die Zusammensetzung der Atmosphäre in 100—150 km Höhe über dem Erdboden. — Anlässlich meiner ersten Mitteilung über das Nordlicht bin ich von mehreren Seiten gefragt worden, ob denn meine Angaben nicht in Widerspruch mit den Folgerungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre in großer Höhe ständen; die Nordlichtstrahlen müßten doch zunächst durch eine hauptsächlich aus Geokoronium, dann eine aus Wasserstoff und Helium bestehende Schicht dringen. So scheint mir ein über den engsten Fachkreis hinausreichendes Interesse an einer Antwort auf jene Frage zu bestehen.

Zunächst ist zu antworten, daß die angeführten Folgerungen auf theoretischem Wege aus gewissen Voraussetzungen abgeleitet wurden. Sehen wir von dem völlig hypothetischen Geokoronium ab, so wurde angenommen, daß Wasserstoff und Helium ebenso wie Stickstoff und Sauerstoff in einem Gleichgewichtszustand der Verteilung in der Atmosphäre sich befinden, daß also durch eine die Erde umhüllende konzentrische Kugeloberfläche in beliebiger Höhe über dem Erdboden nicht dauernd Wasserstoff oder Helium in einer Richtung diffundieren. Ob diese Annahme richtig oder falsch ist, kann natürlich nur dadurch entschieden werden, daß experimentell der Teildruck der genannten Gase im Verhältnis zu demjenigen des Stickstoffs wenigstens der Größenordnung nach bestimmt und mit dem hypothetisch berechneten verglichen wird.

Eine solche Bestimmung erlaubt nun die Analyse des Lichtes, welches die Nordlichtstrahlen auf

¹⁾ Bei Vernachlässigung von $\frac{1}{w} \arctan \frac{v_e}{v_s}$ neben $t_2 - t_1$ oder bei Vernachlässigung von $\frac{1}{w(t_2 - t_1)} v_s$ neben v_s .

ihrem Wege in der Erdatmosphäre in 100—150 km Höhe zur Emission bringen. Auf Grund meiner Erfahrungen über die Lichtemission der Kanalstrahlen kann ich folgendes sagen: Würde der Teildruck des Wasserstoffs oder des Heliums in diesen Höhen 30 % des Teildruckes des Stickstoffes betragen, so müßten die intensivsten Serienlinien jener zwei Gase in einem angenähert konstanten Intensitätsverhältnis im Nordlicht neben den in diesem auftretenden Stickstofflinien erscheinen. Dies ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall; die bis jetzt zuverlässig beobachteten und einigermaßen genau gemessenen Nordlichtlinien sind nämlich, wie ich in meiner Annalen-Mitteilung gezeigt habe, abgesehen von den nur hin und wieder auftretenden Wasserstofflinien H_α und H_γ , ausschließlich **Stickstofflinien**.

Man kann der Beweiskraft dieser Feststellung auch nicht mit dem unbestimmten Einwand sich entziehen, daß die Intensität der Linien eines Gases in einer elektrischen Entladung sehr empfindlich sei gegen die Anwesenheit anderer Gase, Wasserstoff und Helium in großen Höhen also wohl einen größeren Teildruck als Stickstoff besitzen könnten, ohne spektral sich bemerkbar zu machen. Der Hinweis auf die Empfindlichkeit von Spektrallinien eines Gases gegen Beimischungen trifft nämlich nur für die positive Lichtsäule (Geißleröhre), nicht für schnelle Kathoden- und Kanalstrahlen zu. Diese regen die Moleküle eines Gases, sowie sie auf sie stoßen, zu Lichtemission unabhängig von der Nachbarschaft der Moleküle eines anderen Gases an.

Die Spektralanalyse des Nordlichts läßt somit feststellen, daß der Teildruck des Wasserstoffs und derjenige des Heliums in 100—150 km Höhe über dem Erdboden kleiner als 30 % des Teildruckes des Stickstoffs in dieser Höhe sind.

Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen.

Von Privatdozent Dr. W. Eitel, Frankfurt a. M.
(Schluß.)

4. Theorie der magmatischen Differentiationen durch Entmischungen.

Seit den Tagen *R. Bunsens* hat eine ganze Anzahl von Petrographen versucht, die Differentiationserscheinungen in der Gesteinswelt darauf zurückzuführen, daß ein homogenes Urmagma bei der Abkühlung sich spontan in eine Reihe von Teilmagmen aufspaltete. Ein jedes dieser Spaltungsprodukte bestimmte alsdann bei seiner Erstarrung den Charakter der aus ihnen jeweils entstehenden Gesteinstypen. *Bunsen* hatte seinerzeit angenommen, daß primär vorhandene „normaltrachytische“, d. h. saure Magmenherde mit ebensolchen von „normalbasischer“ Zusammensetzung sich in allen Verhältnissen zu „intermediären“ Magmen mischen könnten. Späterhin hatte *J. Durocher* und *H. Baeckström* die Ansicht vertreten, daß ein jedes Magma an sich in

saure oder basische Teilmagmen zerfallen könnte; damit ist also das Prinzip der magmatischen Differentiation durch Entmischungen in klarer Form ausgesprochen. Diese Hypothese wurde dann von *H. Rosenbusch* weiter ausgebaut und zu seiner berühmten Kerntheorie verwertet. Nach dieser hat man die in den durch Zerfall entstandenen Teilmagmen vorhandenen bzw. gelösten Verbindungen als Metallatomgruppen aufzufassen; diese stellen bestimmte Typen dar, welche mit den Kernen in der organischen Chemie Ähnlichkeit besitzen. Die typischen Kerne sind nach *Rosenbusch* die folgenden:

(Na, K)AlSi₂, vorherrschender Kern in den foyaitischen Magmen ϕ ; in den theralithischen Magmen θ sind neben diesem Kerne auch noch die Kerne $R^{II}Si$ und R^{II}_2Si enthalten, ferner NaAlSi (Nephelin-Kern) und CaAl₂Si₂ (Anorthitkern).

(Na, K)AlSi₂ und CaAl₂Si₂ in den granitodioritischen Magmen γ^d gemischt.

CaAl₂Si₂ vorherrschend neben $R^{II}Si$ und R^{II}_2Si in den gabbro-peridotitischen Magmen ψ , in welchen der alkalihaltige Kern (Na, K)AlSi₂ vollständig zurücktritt.

Die Differentiation wird also nach dem *Rosenbuschschen* Prinzip stets dahin streben, die Magmentypen in möglichst reinem Zustande zur Entwicklung zu bringen. *Rosenbusch* und seine Schüler haben die Annahme der hypothetischen Kerne mit großem Nachdruck verteidigt; es macht aber dem Physikochemiker nicht geringe Schwierigkeiten, die Notwendigkeit der Einführung derartiger komplizierter Begriffe einzusehen. Es hat deshalb weithin Anklang gefunden, als *W. C. Brögger* die Ansicht aussprach, daß die *Rosenbuschschen* Kerne mit den mineralischen Hauptbestandteilen der Gesteine sich decken, daß also die Feldspäte, die Augite, Olivine usw. in diesen Atomgruppen darzustellen seien. Es wäre also bei der Annahme einer magmatischen Aufspaltung in differentielle Teilmagmen eine Tendenz zur Ausbildung einzelner bestimmter Mineralaggregate vorhanden, eine Anschauung, die auf dem Gebiete der Differentiation durch Kristallisation (s. u.) von *J. H. L. Vogt* unterstützt worden ist.

Alles bislang in der Literatur Bekannte scheint indessen eher gegen das Vorkommen derartiger spontaner Spaltungsvorgänge zu sprechen als für dieses. Man kennt freilich z. B. binäre, bei höherer Temperatur homogene Flüssigkeitsgemenge wie von Äther und Wasser, die bei der Abkühlung zwei gesonderte Flüssigkeitsschichten bilden. Es wird alsdann eine bestimmte „kritische Entmischungstemperatur“ angegeben werden können, welche die Höchsttemperatur angibt, bei der ein heterogenes Flüssigkeitsgemenge beständig ist, bzw. ein solches gerade in die homogene flüssige Mischung übergeht. Man erkennt dies im Zustandsdiagramm (s. Fig. 1) also daran, daß ein Gebiet für die heterogenen flüssigen Phasen

unterhalb des kritischen Entmischungspunktes t_k gelegen ist. Für eine jede Temperatur unterhalb von t_k finden wir eine bestimmte Sättigungsgrenze der beiden flüssigen Phasen, so die Kurven $t_k L_1 L_2 \dots$ und $t_k L'_1 L'_2 \dots$, welche die Änderung der Zusammensetzung der beiden im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeiten mit der Temperatur angeben. Diese Sättigungsgrenzen können schließlich die Ausscheidungskurve für eine feste Kom-

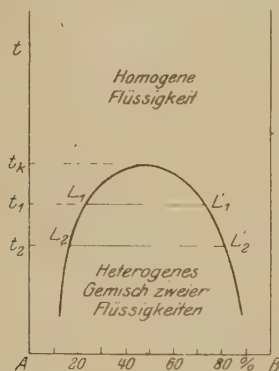


Fig. 1.

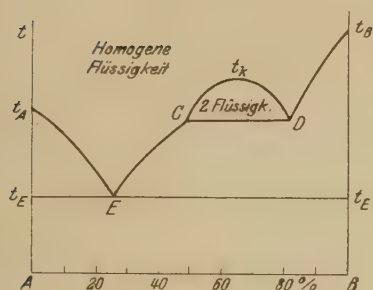


Fig. 2.

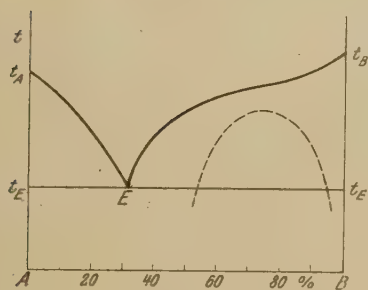


Fig. 3.

ponente, z. B. von B, in C und D treffen (Fig. 2). Bei der Temperatur des Punktes D sind drei Phasen miteinander im Gleichgewicht, nämlich die Schmelzen C, D und das feste B, es werden neue Kristalle von B abgeschieden werden können, indem die Flüssigkeit D zu den Phasen C und B zerfällt. Erst wenn die Schmelze D verbraucht ist, wird also die Temperatur unter weiterer Ausscheidung von B längs der Kurve CE bis zum Eutektikum E sinken. Das horizontale Stück CD in der Schmelzkurve ist besonders charakteristisch für derartige Zerfalls- und Entmischungsreaktionen; wir müßten in entsprechen-

den Fällen bei den silikatischen Schmelzgleichgewichten Analoges unfehlbar beobachten, wenn wirklich eine Tendenz zu derartigen Vorgängen in ihnen vorhanden wäre. Bei den Boraten sind derartige Fälle nach den Untersuchungen Gürtlers (Zeitschr. f. anorg. Ch. 40, 1904, S. 225) allerdings bekannt geworden und auch in den Systemen aus Sulfiden und Silikaten sind ähnliche Verhältnisse nach J. H. L. Vogt (Silikatschmelzlösungen, I, 1903, S. 96) zu vermuten. Das letztere Beispiel ist sicherlich von petrogenetischer Bedeutung, weil dadurch die differentielle Entstehung der sulfidischen Lagerstätten in ein neues Licht gesetzt worden ist. Dagegen haben wir bis jetzt noch kein einziges rein silikatisches System angetroffen, in dessen Zustandsdiagramm eine horizontale Linie nach Art der oben genannten CD auf einen Entmischungsprozeß im flüssigen Zustande schließen ließe. Selbst in dem Falle, daß im unterkühlten Zustande Entmischungen einträten, müßten wir dies in dem Zustandsdiagramm an einer eigentümlich S-förmig geschwungenen Kristallisationskurve für eine Kristallart erkennen. In Fig. 3 ist dies schematisch angedeutet, und man erkennt in der Nähe der Ausscheidungskurve für die Komponente B ein instabiles Entmischungsgebiet. Derartige Verhältnisse sind übrigens im System Fe-FeS bekannt geworden, welches bei der Erklärung der Entstehung der merkwürdigen Troilitropfen im meteorischen Eisen Bedeutung besitzt. Wahrscheinlich war das Schwefeleisen in einer Art von Emulsionszustand in dem flüssigen Metalle suspendiert und ist in diesem Zustande erstarrt. Von Emulsionsbildungen ähnlicher Art etwa in den Gesteinsgläsern ist indessen bis jetzt noch nichts bekannt geworden. Eine langandauernde thermische Exposition eines silikatischen Schmelzflusses sollte unterhalb seiner kritischen Entmischungstemperatur unter allen Umständen die Entwicklung der typischen Entmischungsstrukturen begünstigen. In dem Laboratorium der Carnegie-Institution in Washington sind bekanntlich unzählige Expositionsversuche zur Festlegung der Gleichgewichte nach der statischen Methode angestellt worden; trotzdem ist uns kein einziger Fallinnerlich, daß nachweislich Entmischungen in den homogenen Schmelzen stattgefunden hätten. Es ist deshalb zum mindesten unwahrscheinlich, daß der Beweis für das Vorkommen einer magmatischen Entmischungsdifferentiation erbracht werde. Wir dürfen wohl annehmen, daß die silikatischen Schmelzlösungen der natürlichen Magmen im flüssigen Zustande homogen bleiben und erst bei der Kristallisation eine heterogene Beschaffenheit erhalten.

5. Elektrochemische Gründe für die Möglichkeit einer magmatischen Differentiation.

Übertragen wir die bei der Elektrolyse der geschmolzenen Salze gefundenen Gesetzmäßig-

keiten auf silikatische Schmelzlösungen, so können wir uns ein Bild davon machen, wie die Wirkung von elektrischen Strömen innerhalb eines homogenen Magmas den chemischen Charakter desselben beeinflussen wird. Wir dürfen in diesem Sinne also von der Möglichkeit einer Art elektrolytischer magmatischer Differentiation reden. Alle Tatsachen, welche in den wässrigen Lösungen zur Aufstellung der Ionentheorie geführt haben, sind auch in den geschmolzenen Salzen wiedergefunden worden (vgl. Elektroch. geschm. Salze, von R. Lorenz und L. Kaufler, Leipzig 1909, S. 57 ff.); wir dürfen also den Begriff der elektrolytischen Dissoziation, der Überführung, der Komplexionen usw. ohne weiteres auch auf ein Magma ausdehnen. Bei einer genügend langen Einwirkung eines wenn auch schwachen Stromes in diesem ist die Möglichkeit zur Ausbildung von galvanischen Polarisationen begründet, und durch Überführungen bestimmter Ionengattungen können auch sehr wesentliche Konzentrationsverschiebungen Platz greifen. Es ist zwar in Anbetracht der immer noch sehr geringen Kenntnisse über den Ionisationszustand in einem silikatischen Schmelzfluß jetzt noch nicht möglich, in allen Einzelheiten einen derartigen Vorgang zu verfolgen; wir müssen es weiterer Forschungsarbeit überlassen, zu entscheiden, inwieweit die elektrolytische magmatische Differentiation einen geologisch bedeutsamen Faktor darstellen könnte. Ein Wort über die vermutliche Herkunft von elektrischen Potentialdifferenzen innerhalb eines silikatischen Magmas sei noch verstatet. Im Sinne einer elektrolytischen Differentiation könnten wohl thermoelektrische Potentialdifferenzen eine Rolle spielen; z. B. die magmatischen Frühausscheidungen sulfidischer Natur, so besonders die Lamprite (Pyrit, Kobaltglanz) dürften die Veranlassung zu solchen geben. Wir wollen ferner bedenken, daß die Bewegung der irdischen Magmen im elektrischen Felde der Sonne im Laufe langer Zeiträume ebenfalls einen großen Einfluß auf die Ausbildung der intratellurischen Ströme haben können. Sicherlich ist die Annahme elektrolytischer magmatischer Differentiationen zu erwägen, auf Einzelheiten jetzt schon einzugehen, dürfte allerdings in Hinsicht auf unsere sehr geringen Erfahrungen in diesem schwierigen Gebiete und die unsicheren hypothetischen Grundlagen noch verfrüht erscheinen.

6. Theorie der sekundären Differentiation in heterogenen magmatischen Systemen durch gravitative Kristallisationsdifferentiation.

Im Gegensatz zu den im Vorhergehenden besprochenen Anschauungen nimmt eine große Anzahl von Forschern an, daß eine Differentiation überhaupt nur dann in einem Magma merklich werden könne, wenn bei dessen Abkühlung durch den Beginn der Kristallisation eine Heterogenität entsteht. Sobald aus der Schmelze Kristalle sich ausscheiden, wird eine Trennung derselben von der Flüssigkeit nach dem spezifischen Gewichte

eintreten, d. h. eine Kristallisationsdifferentiation durch Schwerewirkung vor sich gehen. Eine solche Erscheinung wird auch als fraktionierte Kristallisation bzw. in Anlehnung an gewisse in der Metallurgie beobachtete Vorgänge als Saigerung bezeichnet. Sie wird eine weitgehende Scheidung des Gesteinscharakters herbeiführen, so daß die schwereren Teile des erstarrenden Magmas im Liegenden der leichteren angetroffen werden müssen. An Vesuvylaven hat man dementsprechend beobachtet, daß die Leuzitkristalle stets an der Oberfläche angereichert sind, ja im feurigflüssigen Lavaström direkt schwimmend angetroffen werden können, während an den unteren Teilen der Ströme eine Ansammlung der schwereren Augitkristalle zu bemerken ist. Es sind also offenbar während der Verfestigung des Schmelzflusses die zuerst ausgeschiedenen Augite abgesunken, die späterfolgenden und leichteren Leuzite aber in die Höhe gestiegen, wie dies Löwinson-Lessing (C. r. du congr. internat. geol., St. Petersburg, 1897, p. 347) im einzelnen verfolgt hat. Ähnliche Erscheinungen beschreibt A. Daly (Rosenbusch-Festschrift, Stuttg. 1906, S. 203—233) an den interessanten Lagergängen des Meyie-Sill, in denen ein Gabbro-Gestein im Liegenden, im Hangenden aber ein saurer Biotitgranit beobachtet wurde.

Ehe wir auf die mannigfaltigen Wirkungen eingehen, welche in Verbindung mit einer Kristallisationsdifferentiation in einem erstarrenden Magma durch Auspressungen, Diffusionen, Konvektionen usw. denkbar sind, wollen wir ganz allgemein ein homogenes schmelzflüssiges Silikatgemenge bei langsamer Verfestigung verfolgen. Es werden sich z. B. zuerst die Orthosilikate der Olivingruppe ausscheiden, einzelne Kristallkerne und dann kleine Kristallindividuen entstehen und diese nunmehr unter den Einfluß der Gravitation gelangen. Durch das Absinken der schweren Kristallkörner findet so eine langsame Anreicherung der gebildeten Kriställchen in den unteren Teilen des Magmenbassins statt. So hat z. B. N. Bowen (Am. Journ. of Sc. 39, 1915, p. 175) Schmelzen des Systemes Diopsid-Forsterit-Kieselsäureanhydrid längere Zeit auf Temperaturen, bei welchen sich nur eine Kristallart bildet, exponiert und dann abgeschreckt. Olivin reicherte sich alsdann am Boden des Tiegels innerhalb einer Stunde bei 1430 ° C bereits deutlich an. Pyroxenkristalle aus einem kieselsäurereichen Schmelzflusse sinken ebenfalls ab, allerdings etwas langsamer als die Olivine infolge der größeren Zähigkeit der Schmelzen, dagegen bewegen sich die leichteren Tridymitkristalle deutlich nach oben. Die Anreicherung des Olivines im tieferen Teil des bekannten Pallisadendiabases von Neu-Jersey zeigt eine große Ähnlichkeit mit den Ergebnissen der Bowenschen Experimentaluntersuchungen.

Sind die ausgeschiedenen Kristalle von sehr geringer Größe, so kann es unter Umständen vorkommen, daß in den stark viskosen Schmelzen das

Untersinken auch schwererer Körner, wie z. B. von Erzen, ungemein lange Zeit in Anspruch nähme. Es kann also in sehr sauren Differentiationsprodukten die Viskosität den Charakter der gravitativen Scheidungsvorgänge weitgehend verwischen. Von derartigen Störungen abgesehen, kann man demgegenüber selbst die Ausbildung von Zonarstrukturen z. B. an den Mischkristallen der Plagioklasreihe mit der gravitativen Differentiation in einem kristallisierenden Magma in Zusammenhang bringen. Man kann aus dem Vorhandensein einer solchen Struktur bekanntlich schließen, daß diejenigen Schmelzflüsse, aus welchen der innere Kern kristallisierte, eine andere und zwar basischere Zusammensetzung gehabt haben müssen als diejenigen, welche die Substanz zu den äußeren Schichten lieferten. *Bowen* zeigte nun z. B. an dem System Albit-Anorthit-Diopsid (*Journ. of Geol.* 23, 1915, Suppl., p. 1—11), daß beim Absinken der spezifisch schwereren Mineralgemengteile im unteren Teil des durch Erstarrung entstandenen Gesteines bytownitische Plagioklase, im oberen aber stark saure Kalknatronfeldspäte auftreten werden. Zusammenverkommenisse von entgegengesetzten Gesteinscharakteren, wie z. B. von Melaphyren oder Diabasen neben Mikropegmatiten bzw. von Gabbroen neben Graniten müssen uns in ähnlichem Sinne ein Anzeichen dafür sein, daß nur die langsame Kristallisation bei der Abkühlung die gravitative Differentiation so weitgehend möglich gemacht hat. Bei einer rascheren Abkühlung wären einheitliche Gesteinskörper z. B. vom Habitus eines Diabases gebildet worden. In der Natur braucht auch nicht immer nur Olivin als frühe silikatische Ausscheidung gravitativ angereichert zu sein, wir sahen oben schon Pyroxene dieselbe Rolle spielen, und auch die Silikate der Glimmerfamilie könnten bei ihrem hohen Gehalte an Eisen und Magnesia dieselbe übernehmen. Die Tatsache, daß die Glimmer ganz besonders häufig in den sauren granitischen Magmen auftreten, beruht auf einer Komplikation der Differentiationsvorgänge, nämlich auf Einwirkungen der flüchtigen Magmenbestandteile, in erster Linie des Wasserdampfes auf die in der Schmelzlösung vorhandenen Alumosilikate. Wir sehen also, daß die Kristallisationsdifferentiation, notwendigerweise auch zur Berücksichtigung der flüchtigen Bestandteile des Magmas Anlaß gibt, ein Umstand, auf den insbesondere *P. Niggli* aufmerksam gemacht hat. Ein ganz ausgezeichnetes Beispiel eines hierher gehörigen Naturvorkommnisses beschreibt *P. Niggli* (*Geol. Rundschau*, 3, 1912, S. 479) vom Electric Peak, an welchem man in tieferen Regionen die Mineralvergesellschaftung von Biotit mit Quarz als typisch erkennt; während oben ein ganz gewöhnlicher Diorit den durch magmatische Dämpfe kaum beeinflussten Gesteinscharakter darstellt.

Stellen wir uns auf den Standpunkt, daß die basischen, und zwar am wahrscheinlichsten die

basaltischen Schmelzflüsse den silikatischen Urmagmen unseres Planeten entsprechen, so muß bei einer langsamen Abkühlung eine gravitative Differentiation dieser Magmenarten derart stattfinden, daß peridotitische Gesteine zu unterst, saure granitische usw. zu oberst gelagert sich finden sollten. Im Gebiete des Keweenaw-Massivs ist in der Tat ein diabasischer Gesteinskörper mit sehr deutlichen hellen Differentiaten nach oben hin ausgebildet, ähnliche Verhältnisse trifft man in den berühmten Gesteinskomplexen des Sudbury-Distriktes usw. Wenn man an den großen finnischen Bezirken nach *Sederholm* dagegen nur granitische Gesteine mit gelegentlichen stark basischen Ergüssen antrifft, so beruht diese Erscheinung vom Standpunkte der Lehre von der gravitativen Kristallisationsdifferentiation lediglich darauf, daß die Vorkommnisse der Tiefe, d. h. die basischen Differentiate unter der granitischen Haube noch nicht aufgeschlossen sind. Demgegenüber ist an den paläozoischen Batholithen von Saugus (Mass.) tatsächlich durch eine fortgeschrittene Tiefenerosion eine ständige Zunahme der Basizität mit zunehmender Tiefe bekannt geworden; es folgen dort auf die oberen granitischen Typen nach unten hin dioritische Magmen. Aus dem Mineralbestande erkennen wir übrigens schon, daß aus granitischen Stammagmen gar keine basaltisch zusammengesetzten Differentiationsprodukte entstehen könnten. Das Vorkommen von gleichmäßig zusammengesetzten Ganggesteinen basischen Charakters aber belehrt uns, daß in dieser Form auch undifferenzierte Magmen zum Durchbruch gelangt sein können. Die Theorie der basaltischen Zusammensetzung der einheitlichen Urmagmen scheint zwar den Berechnungen *F. W. Clarke*s über die durchschnittliche Zusammensetzung der Eruptivgesteine zu widersprechen; man müßte aus diesen auf ein dioritisch-tonalitisch Urmagma schließen. Wir wollen aber nicht vergessen, daß *Clarke* die Annahme gemacht hat, daß bis in gewisse Tiefen der Erdkruste hinein immer noch dieselben chemischen Verhältnisse in der Zusammensetzung des Gesteinmantels angetroffen werden sollen, wie sie uns von der äußersten Rinde her eben bekannt geworden sind. Diese Annahme ist im Sinne der Theorie der gravitativen Kristallisationsdifferentiation unhaltbar geworden, da wir, wie schon oben erwähnt, bereits in verhältnismäßig geringen Tiefen eine Zunahme der schwereren Bestandteile im Magma bemerken. Das von *Clarke* entworfene Bild der durchschnittlichen Zusammensetzung der eruptiv entstandenen Erdkruste wird alsdann wesentlich zugunsten der basaltischen Magmen verschoben werden müssen. Es ließe sich noch eine ganze Anzahl von weiteren Gründen für diese Anschauung anführen, deren ausführliche Darlegung bei *Bowen* einzusehen ist.

Hochinteressant sind die Nutzenwendungen der Bowenschen Kristallisationstheorie der Differentiation auf die von *Rosenbusch* angeregten Probleme des sogenannten Sippencharakters der

Eruptivgesteine; wir müssen uns leider versagen, in den vorliegenden allgemeiner gehaltenen Erörterungen diesen Punkt näher zu berühren. Es scheint nämlich die gravitative Differentiation im Verein mit der Einwirkung von Wasserdämpfen auf die Magmamassen, der „magmatischen Hydrolyse“, nicht stehen zu bleiben bei der Bildung von peridotischen Gebilden der Tiefe und peripherischen Biotitgranitgesteinen; es kann vielmehr neben den flüchtigen Bestandteilen des Magmas, wie Wasserdampf usw., eine solche Anhäufung der leichten Alkali-Alumosilikate in den oberen Differentiaten stattfinden, daß fast reine Nephelin- und Leuzitgesteine entstehen. Bei der magmatischen Hydrolyse wird aber auch stets Quarzsubstanz in Freiheit gesetzt, es kann also aus den leichtest flüssigen Restschmelzen Kieselsäure auskristallisieren. Sinkt des weiteren der hydrolytisch abgespaltete Quarz ab, so können sich schließlich auch Sodalith- und Cancrinitgesteine und die merkwürdigen Mineralbildungen der hydrothermalen vulkanischen Nachwirkungen zeigen. Eine nicht geringe Zahl geologischer Vorkommnisse sind bereits in diesem Sinne enträtselt worden, und wir dürfen die Anwendung der allgemeinen Theorie der gravitativen Differentiation speziell auch auf das Problem der Unterscheidung der Alkali- und der Alkalikalkgesteine als nutzbringende Arbeitshypothese begrüßen. In neuester Zeit ist es gelungen, auf analytisch-statistischem Wege den Nachweis zu führen, daß in der Tat die gravitative Differentiation den Gesteinscharakter auch in bezug auf Einteilung nach dem Sippencharakter bestimmt; ferner konnte gezeigt werden, daß die gravitative Differentiation nicht bloß etwa nach einem Prinzip der Scheidung in einen basischen (z. B. peridotitischen) und einen sauren (z. B. granitischen) Pol vor sich geht, sondern daß in Wahrheit die Zunahme der Alkalinität bei der Ausbildung verschieden dichter Differentiate den Ausschlag geben muß. In dieser Hinsicht wird auch die Differentiationstheorie von *J. H. L. Vogt* in einigen wesentlichen Punkten ergänzt bzw. modifiziert; nach dieser Anschauung ist nämlich die Scheidung in anchimonomineralische, d. h. fast nur aus einem Mineral bestehende Typen, und anchieutektische, d. h. fast der eutektischen Zusammensetzung in den vorliegenden polynären Magmen-Vielstoffsystemen entsprechende Gesteinsarten das Leitprinzip des ganzen Phänomens. Mannigfaltige geologische Faktoren, wie Filtrationen, Auspressungen der Endschmelzen und ähnliche sekundäre Wirkungen bedingen unter Umständen freilich lokale Komplikationen des Differentiationsvorganges, so daß die Wirkungen der eigentlichen gravitativen Kristallisationsdifferentiation verschleiert sein können. Zur Klarstellung des störungsfreien dynamischen Verlaufes der Differentiation verspricht aber diese Anschauung jedenfalls als Arbeitshypothese besonders nützlich zu werden.

Besprechungen.

Steinmann, G., und O. Wilckens, Handbuch der regionalen Geologie. 20. Heft. (III. Bd., 1. Abtlg.) *The British Isles* by *P. G. H. Boswell, Grenville A. J. Cole, Arthur Morley Davies, Charles Davison, John W. Evans, J. Walter Gregory, Alfred Harker, Owen Thomas Jones, Percy Fry Kendall, Linsdall Richardson, William Whitehead Watts, H. J. Osborne White.* Local Editor: *J. W. Evans.* With an Appendix: *The Channel Islands* by *John Parkinson.* Heidelberg, Winters Universitätsbuchhandlung, 1917. 354 S. und 73 Textabbildungen. Preis M. 16,—. 21. Heft. (IV. Bd., 2a. Abteilg.) *Grönland* von *O. B. Böggild.* Ebenda. 37 S. und 6 Textabbildungen. Preis M. 1,80.

Es ist der Redaktion des Handbuchs der regionalen Geologie gelungen, ihr großzügiges Werk während des Krieges nicht nur fortzusetzen, sondern sogar durch Beiträge aus dem neutralen und feindlichen Ausland weiterhin zu vervollständigen. Jetzt liegen zwei neue Hefte vor, eines über Großbritannien, das andere über Grönland. Es dürfte wohl eine vereinzelte Erscheinung sein, daß in diesem Krieg eine monographische Abhandlung über die britischen Inseln, von englischen Forschern geschrieben, in Deutschland in englischer Sprache erscheint. Dieses zunächst zu besprechende Heft ist, wie aus dem Titel ersichtlich, von einer Reihe britischer Geologen verfaßt, die die besten Kenner in ihren Gebieten sind. Die Vorzüge einer derartigen, von Spezialisten gegebenen Abhandlung sind offensichtlich. Indessen leidet auch in dieser Arbeit die Einheitlichkeit der Darstellung stark unter der Zersplitterung, wenngleich der Herausgeber *J. W. Evans* versucht hat, die einzelnen Abschnitte auszugleichen.

Damit im Zusammenhang ist auch die Anordnung des Stoffes eine andere als in den meisten übrigen Heften. Da die Mehrzahl der Mitarbeiter an der Beschreibung nur mit zwei bis drei Formationen beteiligt ist, konnte weder ein zusammenhängender „Abriß der geologischen Geschichte“, noch ein Überblick über die „orographischen Elemente“ Großbritanniens in besonderen Kapiteln gegeben werden. Beides sind aber wesentliche Teile der regionalen Geologie. Man hat sich beschränkt, zunächst als Einleitung eine Übersicht über die Morphologie von England und Wales, von Schottland und Irland zu geben, bespricht dann in einem kurzen Kapitel die britischen Erdbeben und widmet den Hauptteil der Stratigraphie, indem nacheinander die Verbreitung und Ausbildung der einzelnen Formationen beschrieben werden. Dabei ist Irland vollkommen unabhängig von den übrigen Gebieten behandelt worden. Da zugleich die Morphologie, Stratigraphie und Tektonik, wie auch die geologische Literatur und die wirtschaftlich wichtigen Bodenschätze Irlands von einem einzigen Autor, *Gr. A. J. Cole*, zur Darstellung gebracht sind, bildet die Geologie Irlands in dem Werk einen in sich abgeschlossenen Teil, der ebenso gut als besonderes Heft hätte erscheinen können.

Anders verhält es sich mit der Schilderung der stratigraphischen Verhältnisse von England und Schottland; hier machen sich manche Ungleichheiten bemerkbar. Bei einigen Formationen sind beide Gebiete getrennt, bei anderen zusammen, beim Cambrium und Devon nach Faziesbezirken unterschieden, besprochen. Im Anschluß an das Karbon wird ein Überblick über die englischen Kohlenfelder, ihre Ausdehnung und ihren mutmaßlichen Vorrat gegeben. Von den übrigen wirtschaftlich wichtigen Mineralien und

Gesteinen liest man nur wenig; die mittelliasischen Cleveland-Eisenerze, die wichtigsten Eisenerze Englands, sind mit zwei Zeilen abgetan! Für das Devon werden die klimatischen und topographischen Verhältnisse in einem besonderen Kapitel näher erörtert, bei anderen Formationen wird über diesen Gegenstand mit Stillschweigen weggegangen, oder die diesbezüglichen Angaben stehen an versteckter Stelle.

Die Vorzüge des Werkes beruhen, wie angedeutet, in einer äußerst sorgfältigen Durcharbeitung der reinen Stratigraphie des Gebietes. In der Tat wird wohl jeder, der sich über die Schichtenfolge der einzelnen Formationen Großbritanniens genauer unterrichten will, zunächst zum Handbuch der regionalen Geologie greifen. Eine wesentliche Unterstützung bieten dabei die langen Literaturverzeichnisse, die jeweils den einzelnen Formationen angeschlossen sind. Besonders wertvoll sind die stratigraphischen Übersichtstabellen, die für jede Formation zusammengestellt sind. Es sind in diesen Tabellen nicht nur die Schichtenfolgen der einzelnen Faziesbezirke untereinander und mit der normalen Stufen- und Zonengliederung verglichen, sondern auch die Mächtigkeiten der einzelnen Ablagerungen vermerkt. Die Mächtigkeitsangaben sind mit Rücksicht auf den Gebrauch des Buches für festländische Geologen in das Metermaß umgerechnet und nur in Klammern die den Engländern geläufige Angabe in Fuß beibehalten!

Von den beigegebenen Textfiguren sei namentlich auf die von A. M. Davies neu zusammengestellten tektonischen Karten der britischen Inseln aufmerksam gemacht.

In einem Anhang behandelt John Parkinson die wesentlich aus kristallinen Gesteinen aufgebauten Kanalinseln Jersey, Guernsey, Alderney, Sark, Herm und Jethou.

Das Heft 21, über Grönland, ist von dem Dänen O. B. Bøggild verfaßt. Eine geologische Beschreibung von Grönland ist eine besonders schwierige Aufgabe, da die Fachliteratur über Grönland weit zerstreut ist, und z. B. wichtige Notizen in den älteren Reiseberichten niedergelegt sind.

Im Gegensatz zu dem oben besprochenen Heft macht die Arbeit über Grönland einen vollkommen in sich abgeschlossenen Eindruck. Da eine geologische Darstellung von Grönland bisher nicht existierte, sei etwas näher auf den Inhalt des Heftes eingegangen.

Der größte Teil von Grönland ist von Inlandeis bedeckt, dessen Form die eines flachen, schwach gewölbten Schildes ist. Das umgebende eisfreie Land ist mannigfaltig gestaltet. Abgerundete Bergformen sind die typische Landschaft Grönlands. Daneben kommt Gebirgsland in alpiner Ausbildung im südlichsten Teil der Insel und Plateauland im Bereich der horizontal gelagerten Formationen vor. Dem Grundgebirge gehören weitverbreitete eruptive und sedimentäre Gneise, Glimmer- und Hornblendeschiefer, sowie Granite an. Als postarchaische, vielleicht paläozoische Eruptiva gelten die großen Diabaslager, die zusammen mit einem Sandstein, ebenfalls unbestimmten Alters, dem Igaliko-Sandstein auftreten. Bei den paläozoischen Tiefengesteinen handelt es sich um größere und kleinere Batholite aus Granit, Syenit und Nephelinsyenit. Eruptivgänge sind in dem Igaliko-Sandstein und in den Batholiten in großen Mengen vorhanden. Von paläozoischen Sedimenten ist marines gefaltetes Kambrium und Silur aus dem nordwestlichsten Grönland und aus den inneren Teilen von Kaiser-Franz-Josephs-Fjord bekannt; im letzteren Gebiet findet sich

auch horizontal gelagertes Devon in Old-Red-Fazies. Karbon mit unterkarbonischen Pflanzen und noch nicht näher untersuchten Brachiopoden wird aus dem äußersten Nordwesten beschrieben. Trias und Jura kommen an manchen Stellen Ostgrönlands vor. Reiche Floren aus dem Rhät und Faunen aus mittlerem Dogger, Callovien und Portland sind von Jameson Land (im Scoresby-Sund) beschrieben. Die Kreideformation findet sich in Ostgrönland spärlich, vor allem am Aucellenberg auf der Insel Koldewey, durch das Auftreten zahlreicher Aucellen als Neokom charakterisiert. Eine größere Verbreitung besitzt die westgrönländische Kreideformation, die durch ihren Reichtum an Pflanzenversteinerungen neokomen, cenomanen und senonen Alters berühmt geworden ist. Die Hauptmasse des Tertiärs besteht aus Basalten mit einer Gesamtmächtigkeit bis zu 2000 m; bekannt ist der grönländische Basalt durch seinen Gehalt an gediegenem Eisen (Disko). Tertiäre Sedimente kommen zusammen mit den Basalten an manchen Punkten vor. Die Hauptverbreitungsgebiete des Tertiärs liegen in Westgrönland auf der Insel Disko und den Halbinseln Nugsuak und Svartenhuk, in Ostgrönland in einem großen Raum nördlich des Scoresby-Sundes. Quartäre Bildungen spielen in Grönland eine untergeordnete Rolle.

Die geologische Geschichte des Landes läßt sich nur in groben Zügen andeuten. Grönland ist zweifellos eines der ältesten Länder der Welt, dessen Hauptmasse in postarchaischer Zeit niemals von Meeren überflutet worden ist. Die stattgehabten Transgressionen und Regressionen haben jeweils nur verhältnismäßig kleine Gebiete betroffen. In kambrisch-silurischer Zeit erfolgte in Nordwestgrönland eine bedeutendere Transgression, deren Richtung jedoch nicht festzustellen ist. Im Devon war Grönland ein Teil des alten roten Nord-Landes. Im Oberkarbon fand eine aus NO kommende Transgression statt; eine direkte Meeresverbindung mit Spitzbergen ist anzunehmen. Im Perm, Trias und Lias sind Transgressionen nicht bekannt. Die Übereinstimmung der rhätischen Flora Grönlands mit der von Schonen macht eine Landverbindung zwischen Grönland und Europa wahrscheinlich. Hingegen machen sich im mittleren Dogger, Callovien und Kimmeridge bedeutende Transgressionen bemerkbar. Eine Oberkreide-Transgression ist in Ostgrönland nachweisbar, ebenso wie eine alttertiären Alters. Darauf folgte eine Landhebung, die nicht ganz bis zum heutigen Tag angehalten hat. Gegenwärtig ist das Land in langsamer Senkung begriffen, deren Betrag etwa 1—2 m im Jahrhundert ausmacht. Grönland als Ganzes ist als Horst aufzufassen, der durch Bruchlinien von den umgebenen Meeren getrennt ist. Postarchaische Faltungen sind in Grönland nur von geringer Bedeutung; ihr Alter ist postsilurisch.

Unter dem Kapitel „orographische Elemente“ werden folgende in orographischer und geologischer Hinsicht zusammenhängende Gebiete kurz besprochen: 1. Das südliche Grönland, die Region der Batholithe, mit ausgeprägt alpiner Oberflächengestaltung; 2. das südliche Grundgebirgsgebiet der Westküste, vom 61. bis 70.° n. Br. reichend, ein einförmiges Gebiet aus Grundgebirge mit rundlichen Bergformen; 3. das Basaltgebiet der Westküste, ein ausgesprochenes Plateauland; daran schließt sich nördlich 4. das nördliche Grundgebirge der Westküste, in Bau und Form dem südlichen Grundgebirge gleichend; 5. die Sandsteinplateaus im Norden, ein westliches und östliches Gebiet umfassend; 6. die Faltungszone des äußersten

Nordens; die Faltungsachse dieses aus gefalteten und gepreßten Sedimenten bestehenden Gebirges, das mancherorts alpinen Charakter zeigt, streicht OSO—WNW; 7. das Grundgebirge des Nordostens, die Ostküste Grönlands zwischen dem 81. und 76.° n. Br. umfassend; 8. das Schollenland der Ostküste bis zum 68.° n. Br. herunterreichend, geologisch der abwechslungsreichste Teil des Landes, in dem zugleich alle möglichen Landschaftstypen vertreten sind. Nach dem Innern aus Grundgebirge bestehend, wird es am Außenrand von Sedimenten verschiedensten Alters und von den tertiären Basalten gebildet. Mächtige Fjorde umschließen das an vielen Stellen breite, eisfreie Küstenland.

Von den technisch verwendbaren Mineralien Grönlands ist am bekanntesten das Kryolithvorkommen von Ivigtut im Gneisgebiet des Südens; die Produktion betrug im Jahre 1914 etwa 13 800 Tonnen. Außerdem ist noch eine Kupfermine bei Alangorsuak, südlich Ivigtut, im Betrieb, sowie die staatliche Braunkohlenmine bei Karsuarsuk an der Nordseite von Nugsuak; letztere produziert jährlich 1500 Tonnen. Eine größere Bedeutung dürften in Zukunft die Graphitvorkommen erlangen.

Die der Arbeit beigegebenen geologischen Karten tragen zum Verständnis der Ausführungen wesentlich bei. Ein genaues geologisches Literaturverzeichnis beschließt die sehr sorgfältige Abhandlung.

Cl. Leidhold, Straßburg i. Els.

Sapper, K., Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane. Zeitschrift für Vulkanologie III. Berlin, Dietrich Reimer, 1917, S. 65—197.

Schon in seinem Katalog der geschichtlichen Vulkansausbrüche (vgl. Naturwissenschaften V, 1917, S. 239—240) hatte Verfasser verschiedene allgemeine, auf den Vulkanismus bezügliche Fragen behandelt, ohne aber die wichtige geographische Verbreitung der Vulkane eingehender behandeln zu können. Dies holt er in der neuen Arbeit nach und bietet allen künftigen vulkanologischen Arbeiten eine breite, bisher fehlende Grundlage. Zunächst werden die mancherlei Schwierigkeiten dargelegt, die sich einer derartigen Arbeit entgegenstellen mußten. Dann bespricht *Sapper* die einzelnen Vulkangebiete der Erde, erst der atlantischen und dann der viel aktiveren pazifischen Erdhälfte.

Diese Ausführungen werden durch 15 Karten der Hauptvulkangebiete in großen Maßstäben ergänzt; die Karten behandeln Island, Ostafrika, Samoa mit Tonga und den Kermadekinseln, Kamtschatka, Japan mit den Kurilen, die Philippinen mit den Molukken und Kleinen Sundainseln, Java, den Bismarckarchipel, die Aleuten, die Kleinen Antillen, Mexiko, Guatemala mit Salvador, Nicaragua mit Costarica, das nördliche Südamerika und das südliche Südamerika. Auf allen diesen Karten sind alle tätigen Vulkane in fünf Frequenzstufen samt vielen solfatarisch tätigen und seit Geschichtsbeginn ruhenden Vulkanen eingetragen. Außerdem ist angegeben, ob es sich um Locker- oder Lavaausbrüche erster, zweiter oder dritter Größe vor oder nach 1701 handelt. Durch diese zwölf verschiedenen Zeichen geben die Karten ein recht anschauliches Bild von der Art und Größe der vulkanischen Tätigkeit der einzelnen Länder. Dabei zählt die japanische Karte 165 Vulkane auf, die Karte des südlichen Südamerika 202 Vulkane und Lavadecken, darunter 24 tätige Berge.

Den größten Teil der Arbeit bilden aber allgemeine Zusammenstellungen der vulkanologischen

Daten. Zu welchen Folgerungen *Sapper* in bezug auf die Anordnungsichte, Frequenz, Art der Förderung und Förderungsleistung der Vulkane gekommen ist, haben wir schon bei der Besprechung seines Vulkankataloges (siehe oben) besprochen. In dieser Arbeit werden aber seine Ausführungen durch drei Erdkarten noch besonders veranschaulicht. Die erste zeigt die Anordnungsichte in drei Stufen. Die höchste Dichte zeigen Island und die Gazellehalbinsel (ein tätiger Vulkan auf 25 km), Guatemala und Salvador (35), Nicaragua (45), Sangi-Reihe, Minahassa, nördliche Molukken, Neuseeland, Costarica (50), Java (55), Kiwu bis Albert-Edward-See, Ecuador (70), Mandschurei (75), Kamtschatka, Fujizone Japans, Tonga, Kleine Antillen (80), Juan Fernandez, Kurilen (90), Italien, Kleine Sundainseln (95), Jan Mayen, Riukiu, Kermadec, Peru mit Bolivia (100). Dagegen beträgt der Vulkanabstand in Niederkalifornien 1250, in Guinea 1200, bei den Maskarenen und bei Südarabien 900 km.

Die zweite Karte ist der Ausbruchsfrequenz gewidmet und unterscheidet Vulkangebiete und Einzelvulkane in vier Stufen. Mehr als 100 Ausbruchseinheiten haben seit 1801 aufzuweisen Hawaii (102), Kleine Sundainseln, Viktorialand (114), Marianen (115), Guatemala (>150), Ecuador (>152), Italien (258), Java (301), Neue Hebriden (350). Diese hohen Zahlen kommen hauptsächlich durch ständig tätige Vulkane zustande, wie den Komba nordöstlich von Flores (seit 1847), den Erebus, den Urakas auf den Marianen, den Izalco in Guatemala, den Sangay, den Stromboli, den Smeroe auf Java, sowie Tinakula, Ambrym und Tanna in der Zone der Neuen Hebriden. Im ganzen ergeben sich ohne die Nachträge für die 114 Beobachtungsjahre 2479 Ausbruchsjahre.

Die dritte Karte stellt endlich die vulkanische Förderleistung seit 1701 dar, für Gebiete wie für Einzelvulkane. Mehr als 1 cbkm Förderleistung finden wir in ziemlich vielen Vulkangebieten, wie Sumatra, Java, den Kleinen Sundainseln, Bismarckarchipel, Samoa, Neuseeland, Hawaii, Luzon, Riukiu, Japan, Kamtschatka, Aleuten, Guatemala, den Kleinen Antillen, Ecuador, Island, den Kanarien, Italien, Innerafrika, den Komoren und den Maskarenen. Am größten war die Massenförderung 1815 am Tambora (150 km³), 1835 am Coseguina (50 km³), 1883 am Krakatau (18 km³), 1783 an der Lakispalte in Island (15 km³), um 950 an der Eldgja in Island (9 km³), 1902 beim Sta. Maria in Guatemala (5 km³), 1875 an der Askja (3—4 km³), 1829 am Kljutschew auf Kamtschatka (3½ km³). Im ganzen zählt *Sapper* 19 Ausbrüche mit mehr als einem km³ Förderung auf, wozu 18 weitere von vermutlich gleicher Größe kommen.

In weiteren Kapiteln behandelt *Sapper* zunächst die Individualität der einzelnen Vulkangebiete und weist auf die offenbare gegenseitige Abhängigkeit gewisser Vulkane hin, wie bei den Kanaren, in der ägäischen Zone, beim Ätna und Vesuv, Cotopaxi und Pichincha, Kljutschew und Schiwelutsch, in Mittelamerika, auf den Philippinen beim Awoe und Jolo. In Japan beim Asamayama und Iwodake. Hierin zeigen die Systeme deutlich Einheitlichkeit auf.

Die Tätigkeit der Vulkane schwankt oft in hohem Maße. Die Vulkane, deren Tätigkeit auf längere Zeit hinaus geschichtlich zu verfolgen ist, lassen die Erkenntnis zu, daß bei vielen Feuerbergen häufigere Tätigkeit in großen Wellen wiederkehrt und daß außerdem ein Spiel kleinerer sekundärer Wellen erhöhter Tätigkeit darüber hinwegläuft. Man hat nun die Ausbruchsperioden zu den

Sonnenfleckenschwankungen in Beziehung zu setzen gesucht. Ausbrüche sollen zur Zeit der Fleckenminima stattfinden, nach anderen Listen zu der der Maxima. Sapper untersucht nun die Zeit von 1749 bis 1914 und findet in dieser Zeit 17 verschiedene Häufigkeitsperioden von 6—12 Jahren Länge bei nur 15 Sonnenfleckperioden. Ein kausaler Zusammenhang zwischen beiden kann also nicht festgestellt werden. Immerhin ist ein gewisser Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen nicht ganz ausgeschlossen. Auch für die Riesenausbrüche läßt sich aber keine besondere Gesetzmäßigkeit herauslesen. Die oft behauptete Einwirkung von Vulkanausbrüchen auf das Klima wird in einem letzten Kapitel untersucht. Die Kohlen säuremenge der Luft könnte nur infolge von zahlreichen Riesenausbrüchen im Sinne von Arrhenius und Frech wirksam schwanken. Eher könnte die mechanische Trübung der Atmosphäre wirksam sein, wenn Feinstaubmassen bis in die Stratosphäre hinaufgelangen. Dies wird aber selbst bei Riesenausbrüchen durchaus nicht immer der Fall sein. Ein Zusammenhang mit den elijährigen Temperaturschwankungen ist jedenfalls ausgeschlossen, dagegen könnte die Trübung leichte Abkühlungen hervorbringen, die sich über einzelne Zonen oder auch über die ganze Erde erstrecken, letzteres, wenn die Ausbrüche in den Tropen erfolgen. So könnte schließlich auch die Eiszeit durch diese Ursache bedingt sein, doch bedarf die Frage noch weiterer Untersuchung. Ein ausführliches Literaturverzeichnis ermöglicht es, sich über die einzelnen Vulkangebiete genauer zu unterrichten.

Th. Arldt, Radeberg.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands.

Herausgegeben v. d. preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde. Abflußjahr 1912 und 1913. Je 1 Bd. in 4^o, bestehend aus einem „Allgemeinen Teil“ und 6 Heften für die einzelnen Stromgebiete. Berlin, E. S. Mittler u. Sohn, 1916.

Die beiden Bände bilden im wesentlichen eine Fortsetzung der Wasserstatistik für Norddeutschland, über deren Inhalt und wissenschaftliche wie wirtschaftliche Zwecke in dieser Zeitschr., Jahrg. 1916, Heft 20, S. 264/65 ausführlich berichtet ist. Der Krieg hat einige Einschränkungen erfordert; so sind u. a. die Nachweisungen über die ausgeführten Grundwasserstandsbeobachtungen fortgefallen. Aus den die Bände einleitenden Geschäftsberichten geht jedoch hervor, daß die Landesanstalt für Gewässerkunde auch diesen immer wichtiger werdenden Zweig der Gewässerkunde weiter entwickelt hat.

In den Berichtsjahren 1912 und 1913 wirkte die Dürre des Sommers 1911 noch stark nach, zumal die Niederschläge größtenteils wieder erheblich unter dem Durchschnitt blieben. Im Havelgebiet haben die Wasserstände erst 1915/16 die Höhe wiedererlangt, die sie in den einzelnen Jahreszeiten durchschnittlich zu besitzen pflegen. Unser bisheriger Talsperrenbau hat, soweit er eine Ausgleichung der Wasserführung bezweckte, gewöhnlich nur auf die Ausgleichung zwischen der wasserreichen Winter- und der wasserarmen Sommerhälfte des Einzeljahres hingearbeitet. Im Zentralbl. d. Bauverwaltg. 1917, Nr. 79 und 1918, Nr. 19 ist jetzt von Link und Soldan untersucht worden, welche Wassermassen aufgespeichert werden müssen, um auch den Bedarf mehrjähriger Trockenzeiten zu decken. „Eine gewisse Vorratwirtschaft wird auch bei den bestehenden Talsperren betrieben, indem sie nur in sehr trockenen Jahren ganz geleert werden. In der Regel werden

sie aber in jedem Winter bis zu der zulässigen Höchstgrenze gefüllt, und es geht in feuchten Jahren regelmäßig eine recht beträchtliche Wassermenge verloren.“ Man sollte sie aber möglichst so anlegen, daß überhaupt kein Wasser ungenutzt abfließt. Der Beckeninhalte wird im Verhältnis zum mittleren Jahresabfluß also wesentlich größer als bisher zu wählen sein. Das Verhältnis ändert sich aber von Stromgebiet zu Stromgebiet mit den Schwankungen des Abflusses, die aus den Jahrbüchern für Gewässerkunde ersichtlich sind.

Karl Fischer, Berlin-Friedenau.

Heim, Alb., Geologie der Schweiz. 3. und 4. Lieferung. Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz, 1917. Gr. 8^o. S. 197 bis 384, 31 Textfig. u. 18 Taf. Preis je M. 6,—.

Die Lieferungen enthalten das Diluvium, insbesondere des tertiären Molasselandes. Im Pliocän erfolgte die Haupterhebung von Alpen und Jura und zugleich ein großer Abtrag, wodurch das Mittelland zu einer Peneplain eingeebnet wurde. Aufschüttungen aus dieser Zeit sind gering; außer dem Ponteganakonglomerat im südlichen Teil des Kantons Tessin sind die Sundgauschotter westlich Basel als Zeugen eines O—W gerichteten Urheims bekannt. Das Diluvium umfaßt Erscheinungen der Eiszeit. Sie erscheint nicht einheitlich, sondern jedenfalls in vier durch Gutzwiler und Penck festgestellten Perioden mit drei Interglazialzeiten. Zum voraus werden Zeugen der Eiszeiten besprochen: Gletscherschliffe, Gletschertöpfe, erratische Blöcke, Moränen inkl. Drumlins, Ländertone, dann Quelltuffe, Löß, Schutthalden und Bergstürze, Schieferkohlen der Inter-glazialzeiten. Mit den Endmoränen sind Schotter verknüpft im sogenannten Uebergangskegel. Sie gestatten insbesondere in Verbindung mit Erosionstiefen und besonders der interglazialen Gebilde die 4 Eiszeiten zu bestimmen. Die Karte des Verbreitungsgebietes von sechs diluvialen Gletschergebieten zeigt am besten die großen Fortschritte, welche seit 1847 in der Erforschung des Quartärs gemacht wurden, da A. Escher v. d. Linth den ersten Versuch einer kartographischen Darstellung gemacht hat. Sehr instruktiv ist die vergleichende Tabelle über die Phasen der letzten oder Würmvergletscherung von deren Maximalstand über die Rückzugsstadien und Schwankungen bis hinter die großen Talseen zu den frischen Moränen des Gschnitz- und Daunstadiums im Innern der Alpen. Eine Spezialkarte über die Scharung der Wallmoränen der letzten Eiszeit bis zum Bühlstadium vom Sempachersee bis Stein a. Rhein samt Tabelle stellen die Verhältnisse sehr klar dar. Eine ausführliche Besprechung erfahren die Schotter: höherer und tieferer Deckenschotter, dann Hochterrassen- und Niederterrassenschotter. Sie lehrt, wie notwendig eine zusammenfassende Untersuchung des heutigen Tatbestandes ist, wie sie allein sichtlich, abklärend und zu neuen Fragen anregend wirken kann. Der Vergleich mit Penck und Brückners „Alpen im Eiszeitalter“ ergibt reiche Ergänzungen und Belehrungen. Vor allem zeigen schließlich die lehrreiche stratigraphische Tabelle des gesamten Diluviums des Mittellandes und ausgezeichnete Profile, daß eine lange zweite Interglazialzeit mit Hauptdurchtalung des Landes und Ablagerung des Hochterrassenschotter und des Rinnenschotter eingedeckter Täler, das gesamte Quartär in zwei Gruppen zerlegen, in ein älteres mit den zwei Deckenschottern und ein jüngerer mit der größten oder vorletzten und der Würmgletscherung, welche Alt- und Jungmoränen hinterlassen haben. Die ächte Hochterrasse stellt nach Heim im

Gegensatz zu den „Alpen im Eiszeitalter“ nicht Schotter der dritten Eiszeit, der Ribvergletschung dar, sondern ist jünger als der tiefere Deckschotter, älter als die dritte oder Hauptvergletschung, welche ihre Moränen und Schotter größtenteils außerhalb der Schweiz ablagerte und die vielleicht in der Mittelerrasse von Steinmann u. a. zu suchen sind. Diese Darstellung muß zu vermehrten einschlägigen Beobachtungen anregen.

Nicht weniger als 40 Seiten sind der Oberflächen-gestaltung des Molasselandes gewidmet, d. h. der eiszeitlichen Umformung des Landes durch Klimaschwankungen, Verwitterung, Eis, Wasser als Schmelz- und Flußwasser. Eine Fülle von Fragen kommen in Wort und Bild zur Behandlung. Nebst der Verfolgung der Tiefenerosion in Tälern seit der prädiluvialen Peneplain, welche beispielsweise bei Zürich bis 650 m beträgt und in der zweiten Interglazialzeit am kräftigsten war, treten in den Vordergrund die vergleichende und kritische Untersuchung der qualitativen und quantitativen glazialen und fluvialen Erosion und der Entstehung der alpinen Randseen. In eifriger Sprache tritt der Verfasser der in den „Alpen im Eiszeitalter“ gegebenen Auffassung entgegen; beinahe in gleicher Disposition und mit denselben Argumenten wie in seiner 1885 frisch geschriebenen „Gletscherkunde“. Für die Bildung der Seebecken durch Einsenkung des Alpenkörpers wird der interglaziale fluviale (oder fluvioglaziale?) Hochterrassenschotter als neues Beweismaterial verwertet. Auf Einzelheiten kann hier nicht eingetreten werden. Man wird dem Autor beistimmen, wenn er Übertreibungen zurückweist und namentlich betont, daß wir die diluvialen Vorgänge heute noch nicht ausreichend kennen und daß die Natur in denselben Rahmen recht komplizierte Erscheinungen einschließt. Zweifellos sind aber seit 1885 allgemein wichtige Ergebnisse erzielt worden, an denen man nicht vorbeigehen kann und wird die Besprechung dieser Spezialfrage auch zur Umwertung mancher angeführten Belege und zur Gegenkritik Anlaß geben. Disposition, Diktion und vorzügliche Illustrationen zeichnen die neuen Lieferungen in gleichem Maße aus wie die früheren.

J. Früh, Zürich.

Entomologische Mitteilungen.

Die Wirkung der Winterkälte 1917 auf das Insektenleben. Es hat wohl in früheren Jahren, wie 1871 oder 1893, noch erheblich tiefere Temperaturen als im vergangenen Jahre gegeben, jedoch hielten diese Kälteperioden nie sehr lange an, während 1917 die ersten 4 Monate andauernd die höchsten Kältegrade aufwiesen. Es ist nun mehrmals die Meinung vertreten worden, als hätte diese große Kälte dem Insektenleben schwer geschadet. Daß diese Annahme nicht berechtigt ist, ergeben die Untersuchungen Otto Meißners (Potsdam), die er in der *Internationalen Entomologischen Zeitschrift* (11. Jahrg. 1917, Nr. 8) veröffentlicht: Unter den *Schmetterlingen* haben nach seinen Erfahrungen von den überwinternden Tagfaltern die Weißlinge und die Zitronenfalter nicht gelitten, ihre Flugzeit verzögerte sich allerdings um einen ganzen Monat, von Ende März auf Ende April. Auch die Frühjahrsfrostspanner erschienen erst im April. Unter den *Käfern* hatte Meißner Gelegenheit, ein Flugjahr beim Maikäfer zu beobachten (auf dem Telegraphenberg bei Potsdam): Die Zahl der Schädlinge — es handelte sich dabei nicht um den gewöhnlichen Maikäfer (*Melolontha vulgaris* L.), sondern

um den Roßkastanien-Maikäfer *M. hippocastani* F. — war nicht geringer als in den früheren Flugjahren; auch hier äußerte sich die Wirkung des strengen Frostes lediglich in einer geringfügigen Verspätung der Erscheinung. Auch die Käfer, welche als Imagines überwinterten, wie z. B. die *Coccinelliden* (Marienkäferchen), waren kaum seltener als in früheren Jahren. Unter den *Hautflüglern* haben die Hummeln den Winter ebenfalls gut überstanden, auch sie erschienen nur nicht so zeitig wie sonst. Unter den *Zweiflüglern* konstatiert Meißner vor allem die große Stechmückenplage (*Culex pipiens* L.), wie sie um Potsdam auch in diesem Jahre wieder herrschte und wohl in dem nassen Sommer 1916 ihren Grund hatte. Schon im Herbst 1916 war ja die Zahl der Überwinterungsschlupfwinkel suchenden Mücken eine sehr große. Die *Geradflügler* überstanden die Kälteperiode ebenfalls sehr gut: sowohl Heuschrecken wie Libellen waren in diesem Jahre nicht seltener als sonst. Unter den *Schnabelkerfen* endlich führt Meißner zum Beweise ihres guten Überdauerns die Feuerwanzen (*Pyrrhocoris*) an, die in diesem Frühjahr in gewohnter Weise ihren Lieblingsbaum, die Linde, befielen. Auch die Wasserwanzen zeigten sich häufig. Unter den Blattläusen hat nach seinen Erfahrungen eine Art, die als Imago an Erdbeerblättern überwinterte, schwer gelitten (was bei der zarten Beschaffenheit dieser Insektengruppe nicht verwundern kann); Schildläuse dagegen, die ja eines weit größeren Schutzes sich erfreuen, schienen keinen Schaden genommen zu haben.

Geruchs- und Farbensinn bei Tagfaltern. Jeder aufmerksame Naturbeobachter weiß, daß die Mehrzahl der Tagfalter besonders gerne auf lebhaft gefärbte Blüten anfliegen. Um nun zu sehen, ob der Reiz der ♀ auf die ♂ ebenfalls auf dem Farbensinn der Tiere beruht oder ob der Geruchssinn dabei entscheidend wirkt, stellte Fr. Bander mann einige Versuche mit künstlichen Faltern an, die er auf Besuchspflanzen der Art steckte (*Societas Entomologica*, XXXII. Jahrg. 1917, Nr. 12, S. 49). Von einem Vertreter der Bläulinge (*Lycaena icarus*) flog zuerst ein ♀ an, das sich neben das künstliche ♀ setzte, „ein vorbeifliegendes ♂ kehrte um, umflatterte das erstere, das den Hinterkörper nach oben gerichtet hielt und kopulierte sich mit ihm. Hier war also der Duft des ♀ stärker als die Farbe des anderen Falters“. Ein künstliches Weibchen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) wirkte auf die ♂ ♂ erst dann, als Bander mann den Hinterleib eines frisch gefangenen ♀ an dem Papiermodell abrieb. Erst dann ließen sich die ♂ ♂ täuschen: „denn bald kam ein ♂, tändelte hin und her und versuchte die Vereinigung“. An einem künstlichen Nesselfalter, auch kleiner Fuchs genannt (*Vanessa urticae*), flogen die ♂ ♂ achtlos vorüber. Aus den Versuchen Bandermanns läßt sich wieder der Schluß ziehen, daß bei den Tagfaltern der Geruchssinn bei der Vereinigung der Geschlechter eine größere Rolle spielt als der Farbensinn.

Die Ausbreitung der argentinischen Ameise in der Kapkolonie und ihr Einfluß auf die einheimische Amesenfauna. Während die berühmte kleine gelbe Hausameise (*Monomorium Pharaonis* L.) schon seit mehreren Jahrhunderten von Ostindien aus durch den Handelsverkehr in alle Weltteile verschleppt worden ist, wo sie vor allem in den großen Städten sich eingenistet hat, wurde erst vor wenigen Jahrzehnten eine südamerikanische Ameisenart, die „argentinische Ameise“ (*Iridomyrmex humilis* Mayr.) in andere Welt-

teile übertragen. Ihr Siegeszug auf den Kulturstraßen der Menschheit hat sich sehr rasch gestaltet, er zeichnet sich dadurch vor allem aus, daß sich dieser Eindringling nicht nur mit der Besiedlung der Häuser begnügte, sondern auch überall in der freien Natur sich breit gemacht hat. Über ihr neuerliches Eindringen in der Kapkolonie berichtet der bekannte Ameisenforscher *E. Wasmann S. J.* nach brieflicher Mitteilung, die ihm von Dr. *Hans Brauns* (Willowmore) geworden sind (*Entomologische Mitteilungen* Bd. VI, 1917, Nr. 416). Wahrscheinlich mit Futtermitteln eingeschleppt, welche die Engländer während des Burenkrieges aus Argentinien bezogen hatten, war diese Ameise bereits im Jahre 1908 in der Kapkolonie lästig aufgetreten; der ungebetene Gast breitete sich dann allgemein so weit aus, daß eine merkliche Veränderung der einheimischen Ameisenfauna durch sein Erscheinen zu verspüren war. Die einheimische Ameisen- und Termitenfauna wurde Schritt für Schritt mitsamt ihren Gästen von der argentinischen Ameise vernichtet. Während in früheren Jahren die beiden Ameisenarten *Pheidole* und *Plagiopsis* in der Umgebung von Kapstadt häufig waren, konnte es Dr. *Brauns* im Herbst 1916 — nachdem sich die argentinische Ameise also etwa 8 Jahre in der Kapstadter Gegend eingenistet hatte — nicht mehr gelingen, die beiden Arten und ihre Gäste (Käfer aus der Familie der *Fühlerkäfer* oder *Paussiden*) irgendwo zu entdecken. Wo immer er sein Glück versuchte, überall fand er nur die kleine fremde Ameisenart, die sich auf Kosten der heimischen Ameisenfauna so breit gemacht hatte. Es wäre interessant, wenn es Dr. *Brauns* glücken würde, unter den Ameisengästen eine Art zu finden, welche sich der neuen Ameisenbesiedlung anzupassen vermocht hätte. *Wasmann* sagt sehr zu Recht, daß die Verschleppung der argentinischen Ameise ein „Experiment großen Stils über die internationalen Beziehungen der Ameisengäste“ darstelle, das von der Natur angestellt wurde“.

Eine Ameise als Gemüseschädling. Von Beschädigungen, welche eine Ameisenart (*Tetramorium caespitum* L.) am Rotkraut anrichtete, berichtet Dr. *W. Trautmann* (Nürnberg) in der *Internationalen Entomologischen Zeitschrift* (11. Jahrg. 1917, Nr. 11, S. 104). Die Ameisen nagten, etwa 5—6 cm unter der Erdoberfläche, die ganze Rinde der Pflanzen ab. Die Beschädigungen waren derart, daß die Rotkrautpflanzen nach kurzer Zeit eingingen. Dr. *Trautmann* bekämpfte die Tiere zuerst mit Kalklösung, ohne freilich einen Erfolg damit zu erzielen. Als dann die ca. 150 Nester der Ameisen, die auf Wegen und in lichten, sonnigen Grasstellen angelegt waren, mit konzentrierter Cyankaliumlösung überschüttet wurden, hörte die Plage auf, und die Brassicaarten konnten sich wieder voll entwickeln.

Biologische Beobachtungen an der Cicindelenlarve. Den Untersuchungen *Hanns von Lengerkens* über die Lebensweise der Sandlaufkäfer, über die ich an dieser Stelle berichtet habe¹⁾, folgen nunmehr Studien Dr. *Robert Stäger* über die Lebensweise ihrer Larven (*Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1917*). Die Larven der *Cicindelen*

führen ein räuberisches Leben, sie hausen dabei in Röhren, die sie sich im Sande bauen. Nicht jeder Sand ist ihnen dabei genehm, ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt und etwas Pflanzenwuchs, der das Vorhandensein eines reichen Kleintierlebens sichert, ist für sie Bedingung. Dr. *Stäger* hat nun seine Aufmerksamkeit vor allem der Frage gewidmet, wie die *Cicindelenlarve* ihre Röhren herstellt. Es fiel ihm auf, daß sich am Röhrenrande niemals jene kleinen Schuttwälle vorfinden, wie sie z. B. die Röhren mancher Grabwespen auszeichnen. Beobachtungen, die *Stäger* seit 2 Jahren darüber angestellt hatte, haben ihn gelehrt, daß die Larve wohl anfänglich mit den Vorderfüßen und Kiefern den Sand zur Seite schaufelt, und auch wohl mit ihrem schaufelförmigen Kopf manches Material nach außen befördert, daß sie aber bei tieferem Eindringen ihres Körpers in der Erde ihre Taktik gänzlich ändert: sie kommt nicht mehr rückwärts, wie bisher, mit der Kopfladung nach der Röhrenöffnung hinauf, sondern sie schlägt in der begonnenen kleinen Röhre, die immerhin weit genug ist, einen Purzelbaum, und zwar samt der Ladung, und steigt nun kopfvoran auf, um den Abraum am Eingang des Schachtes durch eine Rückwärtsbewegung des Kopfes fest an den Röhrensaum anzudrücken. Nach der Abgabe der Ladung überschlägt sich die Larve neuerdings, steigt kopfabwärts hinunter und das reizvolle Spiel beginnt von neuem. Auf diese Weise erreicht die Larve eine gewisse Festigkeit der Wände in der Röhre, sie erweist sich dadurch als ein recht geschickter Baumeister. Aus dieser biologischen Gewohnheit erklärt sich auch jenes eigenartige Organ, das die Larve in ihrem „Untergesicht“ besitzt, einem halbkugeligen Gebilde, das sie auf der Unterseite ihres Kopfes trägt: wie der Gipser mit seinem Reibholz den Verputz an der Wand glattstreicht, so preßt die Larve mit ihrem „Untergesicht“, dessen Bedeutung man sich bisher gar nicht erklären konnte, das herausgearbeitete Schuttmaterial an die Röhrenwand und streicht es glatt. Die Larven obliegen der Jagd auf ihre Beutetiere, durch die sie manchen Nutzen stiften, niemals außerhalb ihrer Röhre; auch hierüber konnte Dr. *Stäger* belangreiche Beobachtungen anstellen: der Kopf der Larven weist eine stark verhornte Partie auf, die mit dem Brustsegment eine Art Schild bildet. Diesen Schild hält die Larve, wenn sie in der Röhre in Lauerstellung liegt, nach oben gerichtet. Sobald nun ein Beutetier, sei es eine Spinne, eine Ameise, eine Fliege oder irgendein anderes kleines Insekt, in die Röhre hineingerät, klappt die Larve mit ihrem Schild ganz automatisch heftig an die Röhrenwand an und „schleudert die Beute mit an dieselbe, während oft im gleichen Moment die geöffneten Kiefer sie wie mit einer Zange fassen“. Diese Vorgänge (Klappreflex) erinnern in mancher Beziehung an die Verhältnisse bei dem Insektenfang-Schleuderreflex des Ameisenlöwen. Der Kampf der Larve mit ihrem Opfer, zumal wenn es sich um ein kieferbewehrtes Insekt, wie etwa um eine Ameise, handelt, gestaltet sich oft sehr dramatisch; immer aber bleibt die Larve als die Siegerin auf der Walstatt. Die Beute wird dann enthaupet und durch die Mundteile ausgesogen. Nur die frische Leibesflüssigkeit zuckender Opfer dient den Larven als Nahrung, tote Beute nehmen sie nicht an. Die ausgesogenen Chitinüberreste der verspeisten Beutetiere werden aus der Röhre hinausgeschafft.

H. W. Frickhinger, München.

¹⁾ Vgl. „Die Naturwissenschaften“ 5. Jahrg., 1917, Heft 26, S. 441.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik;

Nr. 14, 1917.

Die Dielektrizitätskonstante fester Körper bei verschiedenen Wellenlängen; von Robert Jaeger. (Auszug aus der Berliner Dissertation.) In der Literatur finden sich verschiedene Arbeiten, auf Grund deren behauptet wurde, daß die Dielektrizitätskonstante mancher festen Isolatoren im Gebiet der Hertzischen Wellen und größeren Wellenlängen starken Änderungen unterworfen sei. Dies steht im Widerspruch mit Versuchen von Herrn Rubens und würde auch mit der Debyeschen Theorie, welche für feste Körper keine Dispersion zuläßt, nicht in Einklang stehen. Daher wurde die Dielektrizitätskonstante einer größeren Anzahl Kristalle und amorpher Körper, insbesondere Glas, für die Schwingungszahlen $\nu = 3 \cdot 10^7$, 10^7 , 10^6 , 10^5 und 250, teilweise nach 2 Methoden, verglichen, ohne daß in diesem Bereich innerhalb der Versuchsfehler sichere Anzeichen normaler oder anormaler Dispersion festzustellen waren. Außerdem wurde als Grundlage zu einem Teil der Untersuchungen die Kirchhoffsche Formel für Plattenkondensatoren einer eingehenden experimentellen Prüfung unterzogen.

Zur Optik der Reflexion von Röntgenstrahlen an Kristallstrukturflächen II.; von H. Seemann. Scharfe Röntgenspektrallinien können nur von homozentrischen oder astigmatischen Strahlenbündeln entworfen werden. Sie sind im ersten Falle Kegelschnittbogen (Photogramm), deren Kegelspitzen im Zentrum des Bündels (Diaphragma oder kurze Schneide) liegen, im letzteren Schnittkurven einer Regelfläche, die durch Gleiten einer gegen eine Ebene konstant geneigten Geraden an zwei sich kreuzenden Leitlinien (den gekreuzten Spalten) entsteht. Bündel, die durch einen Spalt ausgeblendet werden, geben einseitig unscharfe Linien, deren Unschärfe für praktische Fälle berechnet wird. Eine Röntgenröhre mit ganz metallischem Entladungsraum für stärkste Dauerbelastung wird beschrieben, bei der obige Grundsätze zur Erzielung höchster Linienschärfe bei günstigster Intensitätsausnutzung (streifend von der Antikathode ausfallende Strahlung Photogramm; Lochkamerabild der allseitig strahlenden Antikathode einer Coolidge-Röhre) angewandt wurden.

Bemerkungen über die geschichtete positive Glimmentladung; von Paul Neubert. Im Anschluß an zwei Arbeiten des Herrn Stark über die Wasserstoffspektren werden die verschiedenen Ionenkonzentrationen und Spektren in der geschichteten positiven Glimmentladung besprochen. Mit Zuhilfenahme einer zweiten Ionisationsspannung des H_2 werden dessen verschiedene Schichtsysteme erklärt. Bei Annahme von zwei Ionisationsspannungen und einem jeder Ionenart charakteristischen Spektrum lassen sich dann qualitativ alle Schichtungen, soweit sie untersucht sind, erklären, sofern man die Rolle elektronegativer Gase bei der Schichtung beachtet.

Nr. 15, 1917.

Die Drudesche Dispersionstheorie vom Standpunkte des Bohrschen Modells und die Konstitution von H_2 , O_2 und N_2 ; von A. Sommerfeld. Ähnlich dem Bohrschen Modell der Wasserstoffmolekel besteht die Sauerstoff- bzw. Stickstoffmolekel aus einem Ring von 4 bzw. 6 äußeren, lose gebundenen Elektronen + 2 Kernen, an die der Rest der Elektronen fest gebunden ist. Die Bindung ist anisotrop. Die Drudesche Dispersionstheorie setzt isotrope Bindung der Elektronen voraus. Es wird gezeigt, daß sie einen zu kleinen Wert von e/m ergeben muß. Weitere prinzipielle Ergebnisse ihrer Quantelung bei langsamen Zustandsänderungen und über Paramagnetismus.

Der kritische Weg zur Feststellung der Existenz einer Atomistik der Elektrizität, erörtert an Ölkügelchen; von Irene Parankiewicz. Die Verfasserin weist nach, daß auch die an einzelnen größeren Öltröpfchen

gemessenen Ladungen zum Teile kleiner sind als das von der Theorie statuierte elementare Quant der Elektrizität $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., und daß die objektive Bestimmung der Vielfachheiten der Ladungen, welche dasselbe Ölkügelchen durch Umladungen hintereinander getragen hat, aus der Einengungsmethode von Ehrenhaft und Konstantinowsky für das größte gemeinschaftliche Maß dieser Ladungen Werte ergibt, die bedeutend kleiner sind als das elementare Quant. Die Werte N_e (Loschmidtsche Zahl in die Ladung des Einzelpartikels), welche man unter Zugrundelegung der Beweglichkeitsdefinition der Einsteinschen Theorie der Brownschen Bewegung erhält, welche mit der Ladung des Grammäquivalents übereinstimmen müßten, betragen auch bei Ölkügelchen teils nur kleine Bruchteile dieser Ladung, teils weichen sie von den Multiplen $2 \cdot N_e$, $3 \cdot N_e$... bedeutend ab. Die Abweichungen sind dabei bedeutend größer als die statistisch möglichen Fehlergrenzen dieses gestatten. Es folgt daher, daß auch aus den Versuchen der Ladungsbestimmungen an Ölkügelchen nach Millikan auf die Existenz eines elementaren Quantes der Elektrizität in der von der Theorie vorausgesetzten Größenordnung nicht geschlossen werden kann.

Antwort an Herrn J. Stark; von L. Vegard. Der Verfasser hält an seinen früheren Prioritätsansprüchen betreffs der folgenden Gesetze fest: 1. Das „ruhende Licht“ der Kanalstrahlen wird überwiegend vom gestoßenen Atom direkt ausgesandt. 2. Ein lichterregender Stoß verläuft, ohne daß hierdurch dem gestoßenen Atom eine translatorische Energie von der Größenordnung der Kanalstrahlenenergie erteilt wird.

Das Magneton als Funktion der Planckschen Konstante; von Th. Weyde.

Nr. 16, 1917.

Über den physikalischen Sinn der Relativitätspostulate, A. Einsteins neue und seine ursprüngliche Relativitätstheorie; von E. Kretschmann. Der mathematisch-formalen Auffassung der Relativitätspostulate wird eine andere gegenübergestellt, die ihnen einen rein physikalischen Sinn zuerkennt. Nach dieser Auffassung genügt die neue Einsteinsche Relativitätstheorie physikalisch überhaupt keinem, die ursprüngliche dagegen dem weitesten Relativitätspostulate, das unter gewissen allgemeinen Voraussetzungen überhaupt erfüllt werden kann. Das allgemeinste Relativitätspostulat könnte physikalisch nur erfüllt werden, wenn alle kinematischen Naturgesetze statt des — bisher stets angenommenen — bedingten, verneinenden Inhalts einen unbedingt bejahenden besäßen.

Über die thermoelektrischen Erscheinungen als Mittel zur Analyse der metallischen Mischkristalle und über den Ursprung der Thermoelektrizität; von G. Borelius. Bei den Legierungen von PdAg, PdAu und PdPt, wo lückenlose Mischkristallbildung vorliegt, bestehen die Kurven der Thermokraft und Peltierwärme im Atomprozentdiagramme aus geradlinigen Stücken, bei deren Schnittpunkte die Atomprozent der Komponenten zueinander in einfachem Verhältnisse stehen. Dieses Verhalten ist wahrscheinlich bei den Mischkristallegierungen recht allgemein und zeigt dahin, daß die mittlere Energie der Leitungselektronen mehr als ihre Konzentration die thermoelektrische Stellung eines Metalles bestimmt.

Über die Abhängigkeit der Refraktion der Gase vom Drucke unterhalb einer Atmosphäre. — I.; von V. Posejpal. Die Messung der Refraktion bezieht sich auf die Luft und geschah durch den Jaminschen Interferentialrefraktor in Verbindung mit einem Spektralphotometer. Es wurde mit weißem Lichte und bei der Wellenlänge der grünen Quecksilberlinie gearbeitet. Ein speziell konstruiertes Quecksilbermanometer erlaubte die Drucke durch das Kathetometer, die Druckdifferenzen aber durch das Mikroskop abzulesen. Die Mascartsche Formel $n-1 = Kp(1 + \beta p)$ wurde als nur in beschränkten Druckintervallen gültig gefunden, β sinkt mit steigendem Drucke anfangs rasch, dann

immer langsamer herab, so daß es unterhalb einer Atmosphäre mehr als sechsmal größer als dasjenige, das sich auf einen Mitteldruck von 10 at bezieht, ist. Die Refraktionskonstante von *Lorenz-Lorentz* sowie diejenige von *Newton-Gladstone* wachsen alle beide ganz erheblich unterhalb einer Atmosphäre. Der als der richtigste für die normalen Druck- und Temperaturverhältnisse geltende Wert der Refraktion wird durch $261,67 \cdot 10^{-6}$ angegeben und stimmt vollständig mit demjenigen von *L. Lorenz* (1880) überein.

Nr. 17, 1917.

Die reversible magnetische Permeabilität bei hohen Frequenzen; von *Fritz Erhardt*. Es werden zwei Versuchsanordnungen zur Messung der reversiblen Permeabilität bei hohen Frequenzen bis zu Wechselzahlen von zirka 10^6 beschrieben. In diesem Bereiche ergeben die Messungen die völlige Unabhängigkeit der reversiblen Permeabilität von der Frequenz, wie aus den mitgeteilten Figuren ersichtlich. Dieses Resultat wird dazu benutzt, um molekulartheoretisch eine untere Grenze der Eigenfrequenz der Molekularmagnete festzustellen; diese befindet sich in guter Übereinstimmung mit den von *Arkadiev* gefundenen Werten.

Über die optischen Konstanten und die Strahlungsgesetze der Kohle; von *H. Senftleben* und *E. Benedict*. Die Arbeit enthält Bestimmungen des Brechungsquotienten und Extinktionskoeffizienten der Kohle im sichtbaren Teil des Spektrums. Hieraus und aus Reflexionsmessungen im Ultraroten wird der Verlauf des Reflexionsvermögens mit der Wellenlänge festgelegt und auf Grund hiervon die Form der Strahlungsgesetze der Kohle ermittelt. Die Diskussion dieser Resultate ergibt eine gute Übereinstimmung mit den für die Kohle vorliegenden experimentellen Ergebnissen anderer Autoren.

Zu Herrn Epsteins Bemerkungen über das Nernst'sche Theorem; von *Max B. Weinstein*. Der Verfasser zeigt, daß einige Einwendungen gegen seine Ausführungen in den Mitteilungen „über die Wärmeausdehnung der Stoffe und das Nernst'sche Theorem“ nicht zutreffend sind und stellt das Hauptergebnis dieser Mitteilungen nochmals fest, namentlich mit Rücksicht auf *Plancks* Fassung des Nernst'schen Theorems.

Nr. 18, 1917.

Ermittlung des Trägers des kontinuierlichen Spektrums der Wasserstoff-Kanalstrahlen; von *J. Stark*, *M. Görcke* und *M. Arndt*. Kanalstrahlen im Wasserstoff, nicht solche in Stickstoff und Sauerstoff, bringen ein intensives kontinuierliches Spektrum im Ultraviolett zur Emission. Dessen Intensitätsverteilung ist unabhängig vom Kathodenfall. Sein Träger ist ein bewegter einatomiger Kanalstrahl, es erscheint nämlich wohl an H-Kanalstrahlen in O_2 , aber nicht an N_2 -Kanalstrahlen in H_2 . Alle bis jetzt über es vorliegenden Erfahrungen lassen sich zwanglos auf Grund der Annahme deuten, daß seine Träger das in der Umwandlung begriffene Quantenpaar H^+ -Atomion-Elektron ist.

Erfahrung und Bohrsche Theorie der Wasserstoffspektren; von *J. Stark*. Durch den Nachweis des ultravioletten kontinuierlichen Wasserstoffspektrums und die Erfahrung über es wird die Bohrsche Theorie des Serienspektrums unhaltbar. Die Aussage dieser Theorie über die Abhängigkeit der Frequenz der Strahlung in einem Raumzeitpunkt von einem späteren Raumzeitpunkt steht in Widerspruch mit der bisher üblichen Denkweise. Ebenso ist das Auftreten von H_2^+ -Ionen von großer Lebensdauer und einem Spektrum scharfer Frequenz unvereinbar mit jenen Theorien.

Zur Gravitationstheorie; von *H. Weyl*. Der Energie-Impuls-Satz wird als derjenige spezielle Fall des Hamiltonschen Prinzips nachgewiesen, der einer solchen Variation der Zustandsgrößen entspricht, wie sie durch eine unendlichkleine Deformation des vierdimensionalen Weltkontinuums hervorgerufen wird. Vor allem aber wird die strenge Lösung der Einsteinschen Gravitationsgleichungen gegeben für den Fall

beliebiger rotationssymmetrischer Verteilung von Massen und Ladungen.

Die Kristallstruktur der Alaune und die Rolle des Kristallwassers; von *L. Vegard* und *H. Schjelderup*. Die Arbeit enthält eine mittelst Röntgenstrahlen vorgenommene vollständige Bestimmung des Raumgitters der Alaune. Das Kristallwasser geht in das Gittergerüst hinein und muß als Konstitutionswasser der festen Form betrachtet werden. Es wird auch die Wasserabgabe bei den Zeolithen untersucht. Die Spektren vor und nach der Abgabe deuten darauf hin, daß auch in den Zeolithen das Wasser in das Gittergerüst eingeht, und daß die Entfernung des Wassers einen Zerfall des Gitters bewirkt.

Nr. 19, 1917.

Die Methode von Martin Knudsen zur Bestimmung des Verhältnisses von Wärmeleitung zu Elektrizitätsleitung der Metalle nebst einigen physischen Konstanten des Wolframs; von *Sophus Weber*. Der stationäre Zustand eines elektrisch erhitzten Drahts wird untersucht und die Wärmemengen, welche durch die Oberfläche und die Enden des Drahtes weggeleitet werden, berechnet. Hierdurch gewinnt man, wenn die Dimensionen des Drahtes richtig gewählt werden, eine einfache Methode zur Bestimmung des Verhältnisses $\frac{K}{\sigma}$.

In dieser Weise wird für Wolfram bei $0^\circ \text{ C. K} = 0,384$ gr. cal/cm grad sek gefunden. Wird der Draht in anderer Weise gewählt, z. B. ein dünnes Band, so gewinnt man eine Methode zur Bestimmung der Totalstrahlung des Metalls. Platin und Wolfram sind bei 0 und 100° C untersucht, und die Theorie von *Asschinsky* wird bestätigt.

Über den Einfluß transversaler Magnetisierung auf den elektrischen Widerstand von Tellur; von *B. Beckmann*. Der Einfluß transversaler Magnetisierung auf den elektrischen Widerstand ist bei einigen Tellurstäbchen gemessen worden, deren spezifischer Widerstand im Intervalle $0,05$ bis $0,40 \text{ Ohm/cm}^2$ liegt. Die relative Widerstandsänderung ist proportional dem Quadrate der Feldstärke und ist für ein konstantes Magnetfeld approximativ eine lineare Funktion des spezifischen Widerstandes. Der Wechselstrom-Gleichstrom-Effekt in einem Feld von $10\,000$ Gauß ist bei zwei Stäbchen von der Größenordnung $5 \cdot 10^{-5}$.

Über die Vorgänge in sogenannten Löschfunken; von *V. Pieck*. Eine kritische Durchsicht der einschlägigen Literatur ergibt zwar in experimenteller Hinsicht ein außerordentlich reichhaltiges Material, zur theoretischen Behandlung der Löschfunkenvorgänge indessen finden sich höchstens Ansätze. Besonders erwähnenswert ist in dieser Beziehung eine in der Physikalischen Zeitschrift erschienene Arbeit von *Roschansky*, in der dieser, wohl als erster, der Tatsache Rechnung trägt, daß, wie dies durch *H. Th. Simon* klargelegt worden ist, die oszillatorische Funkenentladung nichts anderes ist, als ein Wechselstromlichtbogen hoher Frequenz. Eine auf Anregung von *Simon* unternommene experimentelle Arbeit von *Masing* und *Wiesinger*, die die Grundlagen zu einer vollständigen Theorie liefern sollte, konnte des Krieges wegen nicht fortgeführt werden. Die vorliegende Dissertation des Verfassers geht von dieser Arbeit aus. Mit Hilfe einer besonders einfachen Schaltung werden die Bedingungen festgestellt, unter denen eine Löschwirkung des Funken zustande kommt, und es werden zahlenmäßige Vergleiche angestellt, wie sich diese Löschwirkung ändert mit den Versuchsbedingungen, mit Art und Form der Elektroden, Natur und Druck des Gases zwischen ihnen, Funkenlänge, Frequenz und Amplitude der Schwingungen. Da eine Löschwirkung immer dann eintreten kann, wenn sich im Funken zwei Schwingungen verschiedener Frequenz überlagern, wenn also Stromschwebungen auftreten, so werden schließlich noch die Strom- und Spannungskurven eines durch Stromschwebungen erzeugten niederfrequenten Wechselstromlichtbogens oszillographisch aufgenommen. An Hand

des so gewonnenen Materials wird dann eine vollständige Theorie der Vorgänge im Löschfunken gegeben. Es zeigt sich, daß sich alle Vorgänge im Funken zwanglos und befriedigend auf Grund der Simonschen Lichtbogendynamik erklären lassen. Wesentlich für das Zustandekommen der Löschwirkung ist die Höhe der Spannungsspitze, der sogen. Zündzacke in der Spannungskurve des Funkens. Sowie diese bei kleinen Stromstärken höher ist als die im gleichen Augenblick zur Verfügung stehenden elektromotorischen Kräfte, erlischt der Funke. Durch welche Mittel man es erreichen kann, daß diese Zündzacke möglichst hoch steigt, zeigt die Theorie, die durch die Ergebnisse des experimentellen Teils bestätigt wird.

Nr. 20, 1917.

Die Dicke und Struktur der Kapillarschicht; von G. Bakker. Die Dicke ξ der Kapillarschicht wird vom Schmelzpunkt bis an die kritische Temperatur berechnet. Bis an die reduzierte Temperatur $\vartheta = 0.9$ wird ein Wert von ca. 1.5μ gefunden. Oberhalb $\vartheta = 0.9$ nimmt die Dicke ziemlich schnell zu. Für CO_2 z. B. bei $\vartheta = 0.999$ wird gefunden $\xi = 200 \mu$ (ca.). Hiermit kommt als Zahl \mathcal{H} der Molekelschichten der Kapillarschicht in der Nähe des Schmelzpunkts 2 bis 3 überein, während in der unmittelbaren Nähe der kritischen Temperatur \mathcal{H} von der Ordnung 300 wird. (Für CO_2 bei $\vartheta = 0.999$).

Nr. 21, 1917.

Untersuchungen von Strahlungseigenschaften einzelner Lichtquellen mit Hilfe objektiver Photometrie; von Friedrich Conrad. Mit Hilfe eines Flüssigkeitsfilters, das einen Lichtdruck objektiv zu messen erlaubt, wird für einige Lichtquellen die photometrische Ökonomie = Flächenhelligkeit gemessen und mit berechneten Werten verglichen. Aus der photometrischen Ökonomie werden ferner Schlüsse auf die Temperatur der Sonne sowie auf die Strahlungseigenschaften gewisser Lichtquellen gezogen. Es wird gezeigt, daß unter Benutzung des „mechanischen Lichtäquivalents“ Gesamtstrahlung, mittlere räumliche Lichtstärke und „Umsetzungsfaktor“ der Lichtquellen nach einer neuen Methode ermittelt werden können.

Nr. 22, 1917.

Zur Quantentheorie des Paramagnetismus; von F. Reiche. Es wird ein System magnetischer Molekulardipole mit freien Drehungsachsen betrachtet, das der orientierenden Wirkung eines homogenen Magnetfeldes und der desorientierenden Wirkung der Wärmebewegung unterliegt. Mit Hilfe der von Planck, Sommerfeld, Epstein und Schwarzschild gegebenen Quantenansätze für mehrere Freiheitsgrade wird unter Zugrundelegung der zweiten Planckschen Theorie (Möglichkeit aller Zustände im Phasenraum) die Suszeptibilität als Funktion der Temperatur berechnet. Die erhaltene Formel, die für hohe Temperaturen in das Curie-Langevinsche Gesetz übergeht, an vier von Kamerlingh-Onnes und Oosterhuis durchgemessenen Substanzen geprüft. Die Übereinstimmung ist befriedigend.

Untersuchungen über die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase I und II; von Sophus Weber. In Abhandlung I wird die Methode Schleiermachers kritisiert und die notwendigen Korrekturen berechnet. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit eines Isolators wird angegeben und für Glas verwendet. Durch eine Abänderung der Methode Schleiermachers gelingt es, den Einfluß der Strömungen auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase zu eliminieren. Eine neue Bestimmung laut dieser Methode gibt für CO_2 -freie trockene atm. Luft bei 0°C $k_0 = 568.0 \cdot 10^{-7} \text{ gr. cal/cm gradsek}$. In der Abhandlung II werden laut dieser Methode bei 0°C neue absolute Bestimmungen für H_2 , He, Ar, Ne, CO_2 , CH_4 , N_2O , O_2 und N_2 ausgeführt. Für H_2

wird $k_0 = 416.3 \cdot 10^{-9}$ und für He $k_0 = 343.8 \cdot 10^{-9}$ gefunden. Gleichzeitig wird der Temperatursprung, γ , untersucht und die Richtigkeit der Formel Smoluchowskis, $\gamma = \frac{15}{2\pi} \cdot \frac{2-a}{2a} \cdot \lambda$, wo a der Akkommodationskoeffizient und λ die mittlere freie Weglänge bezeichnet, bestätigt. Zum Schluß wird laut den vorliegenden Bestimmungen die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase durch das mechanische Ähnlichkeitsprinzip von H. Kamerlingh-Onnes verglichen. Es zeigt sich auch hier, daß Wasserstoff bei niedrigen Temperaturen die innere Energie verliert und mit den einatomigen Stoffen zusammenfällt. Gleichzeitig werden neue Bestimmungen im Temperaturgebiet $-183^\circ \text{C} - 100^\circ \text{C}$ für die Wärmeleitungsfähigkeit des Neons mitgeteilt.

Die kinetische Theorie des osmotischen Druckes und der Raoultischen Gesetze. (Zweite Mitteilung); von G. Jäger. 1. Ausgehend von der Zustandsgleichung eines verdichteten Gemisches zweier Gase und deren Anwendung auf verdünnte Lösungen wird die Formel für den osmotischen Druck erhalten. 2. Für den Satz: „Eine verdünnte Lösung hat denselben inneren Druck wie das reine Lösungsmittel“ wird ein neuer Beweis geliefert. 3. wird eine neue Ableitung für die Dampfdruckerniedrigung und Siedepunkterhöhung verdünnter Lösungen mitgeteilt.

Nr. 23, 1917.

Eine Vergleichung verschiedener Druckwagen; von L. Holborn. Es wird eine Druckwage mit frei spielendem Kolben beschrieben, die für die Messung von Drucken bis zu 1000 Atm. bestimmt ist. Ein Vergleich des Instruments mit zwei Stückrathschen Wagen ergibt eine befriedigende Übereinstimmung in den Angaben der beiden verschiedenartigen Systeme.

Elektrische Doppelbrechung in Flüssigkeiten; von C. Bergholm. Das Zeichen des Kerrkonstanten hängt von der Absorption ab. Die Kerrsche Konstante kann nicht als eine charakteristische Größe der chemischen Struktur betrachtet werden.

Zur Begründung der Kristalloptik; Teil III: Die Kristalloptik der Röntgenstrahlen; von P. P. Ewald. Die Lauesche Theorie der Röntgeninterferenzen im Kristall fußt auf der Voraussetzung, daß die Ladungen (Dipole) des Kristalls schwingen, als würden sie allein durch den Primärstrahl angeregt. In Wirklichkeit wirken auch die schon abgespaltenen oder im Entstehen begriffenen Interferenzstrahlen schwingungserregend. Die Berücksichtigung dieses Umstandes führt zu einer dynamischen Theorie der Fortpflanzung der Röntgenstrahlen in Kristallen, die in engem Anschluß an die Begriffe und Methoden der Kristalloptik aufgestellt wird. Das von einer Kristallplatte unter dem Einfluß der einfallenden Welle erzeugte Feld läßt die Amplituden der zurückgeworfenen und der durchgelassenen Interferenzstrahlen entnehmen und zeigt, in welcher Weise die Primärstrahlenergie in die Richtungen der Interferenzstrahlen übergeht. Es folgt u. a. daß auch im unendlich ausgedehnten Kristall die Interferenzstrahlen eine gewisse Nachgiebigkeit gegen schlechte Anregung haben — eine Grundtatsache für das Auflösungsvermögen bei der Röntgenspektroskopie.

Nr. 24, 1917.

Die bei Interferenz von Röntgenstrahlen wegen der Wärmebewegung entstehende zerstreute Strahlung; von Hilding Faxén. Der Verfasser führt eine in der Abhandlung „Interferenz von Röntgenstrahlen und Wärmebewegung“¹⁾ weggelassene Rechnung nach seinen Voraussetzungen logisch aus. Die Arbeit ändert Debyes Untersuchungen über die Interferenzmaxima nicht, aber gibt für die zerstreute Strahlung das Gesetz, daß diese in der Nähe der Interferenzmaxima am intensivsten ist.

¹⁾ P. Debye, Ann. d. Phys. (4), 43, p. 49, 1914. Vgl. besonders p. 65 Fußnote.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 28.

12. Juli 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

O. Hertwig, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Von Prof. Dr. Erich Becher, München. S. 413.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Quantentheorie; ihr Ursprung und ihre Entwicklung. Nachträgliche Bemerkungen. Von Dr. Fritz Reiche, Berlin. S. 419.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Reisen in Bulgarien. Erforschung des Verkehrs durch die Karte. Unsere Kenntnis von Tibet im Wechsel der Zeiten. Die geographische Lage der europäischen Staaten in ihrer Bedeutung für deren geschichtliche Entwicklung. S. 419.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Wetter und Krieg. Ueber die

Verwendung des bewegten Lichtbildes im meteorologischen Unterricht. S. 423.

Röntgentechnische Mitteilungen:

Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen. Ergebnisse der Röntgenstrahlenanalyse. Die Zerstreuung und Absorption der Gammastrahlen. Ueber Glühkathodenröhren (Coolidge-Röhren) und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie. S. 423—425.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 426.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für angewandte Entomologie; 1918, Bd. 4, H. 1 und 2. S. 427.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Repetitorium der Hygiene und Bakteriologie in Frage und Antwort

Von

Professor Dr. **W. Schürmann**

Privatdozent an der Universität Halle a. S.

Preis M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6950-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre

der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang

12. Juli 1918.

Heft 28.

O Hertwig, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus.

Von Prof. Dr. Erich Becher, München.

Das neueste Buch von O. Hertwig¹⁾ wird gewiß viele Leser, Freunde und Gegner finden. Es bietet eine Verteidigung der „christlich-humanen“ Moral, der sozialen Pflegepolitik und des Pazifismus gegen Umwertungen und Angriffe, die sich auf den Darwinismus stützen. Der Kritik des theoretischen Darwinismus hat der hervorragende Berliner Biologe sein umfangreiches Werk: „Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie“²⁾, gewidmet; die vorliegende Schrift stellt eine Ergänzung dieses Werkes dar, die den ethischen, sozialen und politischen Anwendungen des Darwinismus entgegentritt.

Hertwig geht zunächst nochmals kurz auf den theoretisch-biologischen Darwinismus ein. Er weist darauf hin, wie unbestimmt wichtige Grundbegriffe der Selektionslehre sind. Insbesondere wird der Ausdruck „Kampf ums Dasein“ so vage in seiner Anwendung, daß sich schließlich so gut wie jede Tätigkeit als Kampf bezeichnen läßt, so etwa jede Nahrungsaufnahme als Kampf gegen das Verhungern. In Wirklichkeit besteht der von den Daseinskampf-Theoretikern vorausgesetzte Mangel an Nahrungsmitteln nur ausnahmsweise für die Tierwelt. Dem Tode verfallen in erster Linie Keimzellen und noch nicht vollentwickelte Individuen, die noch gar nicht die selektionswertigen Organe für den späteren Daseinskampf gebildet haben. Auch bei den Vollentwickelten entscheiden meist äußere Faktoren, nicht aber kleine günstige oder ungünstige Variationen über Leben und Sterben.

Kurz, Hertwig lehnt die Selektionshypothese ab und bekennt sich zur Lehre von der direkten Bewirkung als Entwicklungsprinzip. Er geht dann zum ethischen Darwinismus über. Dieser wirft der christlich-humanen Moral, der sozialen Gesetzgebung, der wissenschaftlichen Heilkunst und Hygiene vor, daß sie durch ihre Beschützung der Schwachen und Kranken, der „Minderwertigen“, deren Nachkommenproduktion begünstigen, daß sie so den auslesenden Daseinskampf „depotenzieren“ und „kontraselektorisieren“ wirken. Wallace, Huxley u. a. haben eine Versöhnung zwischen altruistisch-humanitärer Ethik und Daseinskampf-Theorie angestrebt, Nietzsche, Tille u. a. haben die christlich-soziale Moral radikal verworfen.

Demgegenüber legt Hertwig zunächst seine Ansicht über die Entwicklung der altruistischen Tendenzen dar. Diese haben ihren Ursprung im Gemeinschaftsleben höherer Tiere. In ihm erwächst ein Gefühl der Zusammengehörigkeit und Verwandtschaft, zu dem die dunkle Erkenntnis tritt, daß das einzelne Glied der Gemeinschaft auf die Hilfe der anderen angewiesen ist. „Im menschlichen Geschlecht sind die schon im Tierreich vorhandenen Instinkte nur verstärkt und zur Gatten-, Eltern-, Kinder-, Geschwisterliebe verfeinert und veredelt worden. Diese haben sich vom Familienleben aus in abgeschwächter Form auf immer weitere Kreise . . . ausgedehnt“ (S. 37). Durch die soziale und staatliche Verbindung der Individuen ist eine neue, höhere Stufe der Organisation zu der aufsteigenden Stufenreihe: Atom, Molekül, Zelle, Einzelorganismus, hinzugekommen. Diese höhere Organisationsstufe, das Gemeinschaftsleben, kann aber nur bestehen, wenn in den Einzelwesen das Gefühl der Zusammengehörigkeit und der Wille, sie zu erhalten, lebendig bleiben. Die oft verspottete Lehre vom „contrat social“ enthält insofern einen wichtigen Kern, als die Ausbildung und Erhaltung der Gesellschaft soziales Fühlen und einen Willen zur Gemeinschaft fordern.

Die gegen die christlich-altruistische Moral kämpfenden Darwinianer begehen nun den verhängnisvollen Irrtum, daß sie die eigentliche Quelle dieser Moral außer Acht lassen, daß sie die gewaltigen Kräfte übersehen, die sich in einer auf sozialem Fühlen und sozialer Hilfe beruhenden menschlichen Gemeinschaft bilden und nur in ihr bilden können. Die Herrenmoral mit ihrem Wahlspruch „Macht geht vor Recht“ oder „Ausbeutung geht vor soziale Hilfe“ führt zu dem asozialen Zustand der Anarchie und damit zur Kulturvernichtung.

Die demokratische Losung: „Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit“ ist freilich leicht durch den Hinweis zu kritisieren, daß die Menschen nicht gleich sind, was übrigens nicht erst von Darwinisten entdeckt worden ist. Sie sind aber immerhin in wesentlichen Stücken einander gleich, vor allem auch in ihrem Angewiesensein auf die menschliche Gesellschaft und auf gegenseitige Hilfe. Die Betonung der Brüderlichkeit erläutert den Sinn, in dem die Gleichheit in jener Losung zu verstehen ist. Die Freiheit, von der in ihr die Rede ist, ist nicht als zügellose Naturfreiheit des Wilden, sondern als selbstgewollte, durch Sitte und Recht geordnete Freiheit des sozialen Kulturmenschen aufzufassen.

¹⁾ Jena, Gustav Fischer, 1918. 119 S. Preis M. 4.

²⁾ Jena 1916.

Hertwig wendet sich dann dem sozialen Darwinismus, der selektionistischen Eugenik, zu. Die Vertreter dieser Bewegung sind meist Ärzte und zugleich Ultradarwinisten und Lamarckismuseegner. Sie meinen, daß die Kindersterblichkeit, die Tuberkulose und andere Infektionskrankheiten, auch geschlechtliche Ausschweifungen und Trunksucht, ferner die Arbeitslosigkeit und das soziale Elend als rassiedienliche Ausjätiefaktoren wirken; *Tille* hat in diesem Sinne das berühmte Ostlondon als Englands Nationalheilstalt bezeichnet. Die Rassehygieniker fordern eine systematische Fortpflanzungsauslese in der menschlichen Gesellschaft, Eheverbote oder Zeugungsbeschränkung (evtl. durch Sterilisation, bei der der Geschlechtsverkehr möglich bleibt) für erblich Kranke und Minderwertige, Fortpflanzungsbegünstigung der Höherwertigen durch staatliche Mittel. *v. Ehrenfels* geht so weit, durch Einführung der Polygamie einer kleinen Zahl von ausgewählten Männern reichlichste Fortpflanzung sichern zu wollen.

Der Darstellung des sozialen Darwinismus folgt die Kritik. *Hertwig* meint, jener Lehre sei durch die Widerlegung der biologischen Selektionstheorie der feste Boden entzogen. Das ist meines Erachtens nicht ganz richtig; ebenso wie die künstliche Zuchtwahl bei Haustieren und -pflanzen die Darwinsche Lehre von der Naturzüchtung nicht voraussetzt, ist der Gedanke einer Menschenzüchtung nicht an diese Hypothese gebunden. Die Philosophiegeschichte lehrt ja auch, daß der Grundgedanke der selektionistischen Eugenik lange vor *Darwin* durch *Plato* vertreten wurde. Und die Eugeniker pflegen sich neuerdings mehr auf die Tatsachen der experimentellen Vererbungslehre als auf die allgemein-biologische Selektionshypothese zu stützen, die mehr und mehr zurückgedrängt wird. In der Tat kann man die Idee einer Menschenzucht wohl unmittelbar auf die Erblichkeit leiblicher und geistiger Vorzüge und Fehler beim Menschen gründen¹⁾. Freilich werden der Menschenzüchtungsidee durch Ablehnung der Darwinschen Entwicklungslehre sozusagen die Flügel gestutzt; die Hoffnung auf unbegrenzte Entwicklung durch endlose Akkumulation von Variationen sinkt dahin, und man muß sich bescheiden, durch Zuchtwahl in der menschlichen „Population“ die besten schon vorhandenen Erbanlagen zur Herrschaft zu bringen. Auch die künstliche Selektion bei Tieren und Pflanzen findet ja ihre Schranken an dem Umstande, daß sie nur die besten vorhandenen Erbanlagen isolieren, nicht aber neue schaffen kann. Immerhin kann Selektion durch Isolation und Kombination wertvoller Erbanlagen viel leisten, und sie würde im Prinzip auch imstande sein, einen körperlich und geistig reich beanlagten Menschenschlag zu

züchten. Wenn man freilich Lamarckianer ist oder an eine innere Entwicklungstendenz der Organismen glaubt, kann man hoffen, daß auch der Mensch unabhängig von der Selektion sich weiterentwickle. Auch der Referent neigt zu der Ansicht, daß Darwinsche Selektion nur eine Nebenrolle in der organischen Entwicklung spielt. Aber da wir über die treibenden Kräfte der Entwicklung so sehr im Unklaren sind, hingegen von der künstlichen Zuchtwahl her wissen, daß Selektion Wertvolles leisten kann, möchte Referent nicht von vorne herein auf selektionistische Eugenik verzichten; um so weniger, als diese ihm keineswegs in notwendigem Konflikt mit der fundamentalen ethischen Forderung der Menschenliebe, des Altruismus, zu stehen, sondern vielmehr aus ihr ableitbar zu sein scheint.

Hertwig steht ganz unter dem Eindruck, daß der Sozialdarwinismus eine Moral des rücksichtslosen Egoismus der Starken fordere und in schroffstem Gegensatz zur altruistisch-humanitären Ethik stehe. Ich verkenne nicht, daß viele Sozialdarwinisten zu dieser Auffassung Anlaß gegeben haben, daß sie nur zu oft die Werke der Menschenliebe als schädliche Hemmungen des züchtenden Daseinskampfes, als törichte Gefühlsduseleien, betrachtet haben. Indessen berücksichtigt *Hertwig* in seiner Kritik doch gar zu sehr die radikalsten Vertreter der Richtung, die *Tille* usw. Die hervorragendsten Eugeniker haben — obwohl sie als extreme Selektionisten dem Christentum meist recht fern standen — sich immer wieder um eine Versöhnung ihrer Ziele mit den sozial-humanitären bemüht. Der Referent aber meint geradezu, daß eine Eugenik, welche die Moral der Menschenliebe bekämpft, den Ast absägt, der sie selbst trägt. Die Eugenik ist Menschheitsdienst an zukünftigen Geschlechtern, an ihrer Vervollkommenung und ihrem Glück. Sie muß sich daher auf dieselbe ethische Fundamentalforderung der Menschenliebe stützen, die hinter den sozialen und charitativen Bestrebungen steht, die der christlich-humanitären Ethik zugrunde liegt. Der zuweilen gefeierte brutale Egoismus der Starken wird sich so wenig um eugenische wie um sozial-humanitäre Forderungen kümmern. Es hat m. E. der Eugenik ungemein geschadet, daß manche Sozialdarwinianer durch ihre Herrenmoral auf die altruistisch Gesinnten, auf Männer wie *O. Hertwig*, so abstoßend gewirkt haben.

Nicht nur steht die Eugenik als Pflege der zukünftigen Menschengeschlechter mit den sozial-humanitären Bemühungen um Vervollkommenung und Glück des lebenden Geschlechtes in prinzipieller Harmonie; auch praktisch ist beides wohl vereinbar. Man muß nur nicht die Menschheit durch Massenelend, Arbeitslosigkeit, Trunksucht, Geschlechtskrankheiten u. dgl. höher züchten wollen. Unter Umständen kann Elend züchtend wirken; aber es ist ein furchtbar unpraktisches Auslesemittel, das tausendfach wertvolle Organismen vernichtet. Darum fällt es keinem Pflan-

¹⁾ Diesen Weg geht Referent in einer kleinen Schrift: „Bewahrung und Veredlung unserer Rasse“, die demnächst im Verlag Veit u. Comp. in Leipzig erscheinen wird.

zen- oder Tierzüchter ein, seine Kartoffeln oder seine Pferde gefährlichen Infektionskrankheiten oder elenden Lebensverhältnissen auszusetzen, um eine Auslese der Besten zu erzielen. Warum sollte man also beim Menschen solche unsäglich dummen und zugleich schrecklichen Auslesearten empfehlen?

Die führenden Eugeniker (*Galton, Ploetz, Schallmayer*¹⁾, *Forel, v. Gruber* usw.) haben sich bemüht, diese ebenso furchtbare wie unpraktische Notselktion durch humanere und klügere Formen der Auslese zu ersetzen. Man kann in der Tat das gegenwärtige Elend mit allen Mitteln bekämpfen, die Schwachen und Kranken hegen und pflegen, wie es die Menschenliebe fordert, ohne dadurch zukünftige Geschlechter schädigen zu müssen. Nur muß man die Fortpflanzung (nicht aber notwendig das Heiraten) der Erblich-minderwertigen verhindern und diejenige der an Geist und Körper Höherwertigen begünstigen. Die Forderung, daß erblich Kranke, Geisteskranke, Idioten, erblich verbrecherisch Veranlagte keine Kinder zeugen sollen, und daß vollwertige Menschen mehr Kinder haben sollen, als sie jetzt, zumal in den oberen Klassen, zu haben pflegen, widerspricht nicht der *caritas sapientis (Leibniz)*, der von der Vernunft geleiteten Menschenliebe²⁾.

Unsere Bevölkerungspolitik schickt sich an, in die Fortpflanzungsverhältnisse unseres Volkes fördernd einzugreifen; möchte sie dabei die von Vernunft und Menschenliebe diktierten eugenischen Forderungen berücksichtigen! Dann kann viel erbliches Elend verhindert und die Tüchtigkeit unseres Volkes gefördert werden. Hingegen eine Bevölkerungspolitik, der schlechthin jede Fortpflanzungssteigerung, auch bei ganz Minderwertigen, willkommen wäre, würde unser Volk mit erblichem Niedergang und viel Elend bedrohen. Es scheint mir zu befürchten, daß manche Maßnahmen zur Hebung der Geburtenzahl am wenigsten in den bestbeanlagten Bevölkerungsschichten wirken werden. Man muß sich auch davor hüten, daß erblich Kranke durch Steuern u. dgl. geradezu zum Kinderzeugen gedrängt werden; sie müssen durch Ausnahmegesetze gegen die finanziellen Nachteile geschützt werden, die Gesunde zur Fortpflanzung veranlassen sollen. Soll etwa der sich mühsam durchs Leben schlagende Tuberkulöse durch Junggesellen- und Kinderlosensteuern belastet werden, weil er so verständigt ist, kinderlos zu bleiben!

Doch kehren wir zu *O. Hertwigs* Buch zurück!

¹⁾ Vgl. *E. Becher*, Rassedienst. Die Grenzboten, Jahrg. 70, Nr. 23, 24, 1911.

²⁾ Das Verhältnis der Eugenik zur Ethik der Menschenliebe und zu den sozial-humanitären Bestrebungen behandelt *E. Becher*, Der Darwinismus und die soziale Ethik. Leipzig 1909. Diese Schrift will zeigen, daß eine verständige Eugenik aufs beste mit der altruistisch-humanitären Moral harmoniert. Dem Verfasser scheint, daß die Deutsche Gesellschaft für Rassenhygiene dieser Frage größte Aufmerksamkeit widmen sollte. Der antihumanitäre Zug, der die altruistisch Gesinnten abstößt, muß heraus aus der Eugenik!

Die Ablehnung des theoretischen Darwinismus und die Abneigung gegen die Verherrlichung des unerbittlichen Daseinskampfes, gegen die gepriesene Rücksichtslosigkeit der Starken haben *Hertwig* zum Gegner des ganzen Sozialdarwinismus einschließlich der Eugenik gemacht. „So wenig wie zwischen den Zellen eines pflanzlichen und tierischen Organismus, findet zwischen den Gliedern eines Staatswesens ein Kampf ums Dasein mit einer sich aus ihm ergebenden Zuchtwahl und den hieraus abgeleiteten Folgen . . . statt“ (S. 76). Vielmehr untersteht auch die menschliche Gemeinschaft dem biologischen „Gesetz der Arbeitsteilung und Differenzierung“ (S. 68 f.), nach dem ihre verschiedenen beanlagten Glieder verschiedene Funktionen haben, jedes Glied aber ohne Unterschied der Beanlagung und Stellung auf die Mithilfe der anderen in seiner ganzen Existenz angewiesen ist. Auch der wahre Übermensch, der Heros des Geistes und der Tat, kann diese Mithilfe bei seinen Leistungen nicht entbehren, und es ist keineswegs erforderlich oder angebracht, daß er sich in besonderer Herrenmoral über jenes Gegenseitigkeitsverhältnis, über Sitte und Recht der sozialen Gemeinschaft mit dem Wahlspruch „Macht geht vor Recht“ hinwegsetze. Aus dem Zusammenwirken der verschiedenen Begabungen in der Gemeinschaft erwächst die geistige, sittliche, rechtliche und künstlerische Welt, die sich nach eigenen Regeln entfaltet, von Geschlecht zu Geschlecht fortgeerbt und immer weiter ausgebaut wird.

Dem allem kann man zustimmen mit der Einschränkung, daß auch in der menschlichen Gemeinschaft neben der gegenseitigen Unterstützung der Kampf nicht fehlt. Richtig bleibt jedenfalls, daß manche Sozialdarwinisten den Kampf und seinen Nutzen ebenso überschätzt haben, wie sie die gegenseitige Hilfe unterschätzt haben. Diese Hilfe und die ihr angemessene altruistisch-soziale Gesinnung ist die unentbehrliche Grundlage aller Kultur; der unvermeidliche Kampf aber kann veredelt und human gestaltet werden, ohne seine günstigen Wirkungen zu verlieren.

Hertwig weist ferner gegenüber dem Sozialdarwinismus darauf hin, daß die soziale Auslese, welche verschiedene Menschen in verschiedene Berufe und Stände bringt, von Darwinscher Auslese durchaus zu unterscheiden ist. Während diese die „Tüchtigen“ zu starker Vermehrung führen, die schlecht Angepaßten von der Fortpflanzung ausschließen soll, wirkt die soziale Auslese eher umgekehrt. Die Begabten, Fleißigen, sich selbst Beherrschenden, die etwa in der menschlichen Gesellschaft „ausgelesen“ werden und in ihr emporsteigen, pflanzen sich durchschnittlich viel schwächer fort als minderwertige Menschen. Gerade jene Familien, die im Wirtschaftskampf aufsteigen und auf der sozialen Stufenleiter eine hohe Stellung einnehmen, vermehren sich langsam und sterben leicht aus. Das ist von jenen extremen Sozialdarwinisten verkannt worden, die den un-

gehemmten Daseinskampf als Züchtungsmittel anpriesen. Hingegen kann man den Eugenikern diesen Vorwurf nicht machen. Sie kennen sehr gut die „kontraselektorisches“, gerade die Fortpflanzung der höherwertigen Menschen bedrohende Wirkung der sozialen Auslese, und sie fordern darum mit großem Nachdruck Maßnahmen, die die Vermehrung der Voll- und Höherwertigen begünstigen sollen.

Gegen die Eugenik wendet *Hertwig* nun ein, der als ideales Ziel angestrebte Züchtungsstaat sei undurchführbar, weil er ungeheuerliche Zwangsgesetze und Eingriffe in das Selbstbestimmungsrecht der Menschen fordere, die sich diese nie gefallen lassen würden. Der Mensch solle von der Wiege bis zur Bahre unter Zuchtwahlkontrolle gestellt, als „Ausgelesener“ gegebenenfalls zur Polygamie gezwungen, anderenfalls auf unfruchtbaren Geschlechtsverkehr mit Hetären verwiesen werden. *Hertwig* hat ganz recht, wenn er sich gegen solche undurchführbaren und auch aus anderen Gründen zu verwerfenden Vorschläge wendet. Aber man soll nicht das Kind mit dem Bade ausschütten. Fortpflanzungshinderung bei erblich Minderwertigen¹⁾ ist ohne Härte, Fortpflanzungsförderung der erblich Höherwertigen ist ohne ungeheuerlichen Zwang, ohne Polygamie u. dgl. durch mannigfache staatliche und gesellschaftliche Begünstigungen ihres Kinderreichtums erreichbar.

Hertwig meint, eine Menschenzuchtbehörde würde durch unvermeidliche Irrtümer bei ihrer Auswahl großes Unheil anrichten und viel Leid und Wehe stiften. Dies Bedenken hat wiederum einige Berechtigung, wenn man an die radikalsten Vorschläge von Eugenikern denkt. Eine Zuchtbehörde, die mit zahllosen Eheverboten um sich würde, oder die einzelne Männer zur Polygamie bestimmte und die überwiegende Mehrzahl auf sterilen Verkehr mit Hetären verwies, würde gewiß viel Leid und Unheil stiften. Hingegen würde z. B. verständiger eugenischer Rat, der erblich Kranke vom Heiraten oder doch vom Kinderzeugen abhielte, viel Elend und Leid verhindern; für stark ansteckend Kranke (Geschlechtskranke) wären auch Eheverbote sehr angebracht. Solche Verbote auf Grund irgendwelcher Atteste kommen im übrigen aber nur wenig in Betracht. Viele eugenische Vorschläge haben mit einer Beurteilung der Erbanlagen von Einzelmenschen gar nichts zu tun; man denke z. B. an die Begünstigung des Kinderreichtums durch Kinderzulagen²⁾ bei Beamtenklassen, für die überdurchschnittliche Begabung neben sittlicher Unbescholtenheit erforderlich ist.

Hertwig weist ferner darauf hin, daß man sich vielfach über das Ziel der Menschenzucht nicht klar und einig ist. Soll man den germanischen, den romanischen, den slawischen, den semitischen

oder irgendeinen Mischtypus als Züchtungsideal anstreben; soll man alles auf die Züchtung von Genies, von Forschern oder von Künstlern anlegen — auf die Gefahr hin, daß es schließlich keine ordentlichen Handwerker und Bauern mehr gibt? Mir scheint, es wäre zu antworten, daß solche einseitigen Züchtungsideale abzulehnen sind, daß jede wertvolle sittliche, intellektuelle, körperliche Erbanlage Förderung verdient, Indessen muß der Eugeniker besonders um die höheren geistigen Begabungen besorgt sein; denn gerade die „Intellektuellen“ zeichnen sich im Durchschnitt durch bedenkliche Kinderarmut aus.

Zusammenfassend kann man sagen, daß *Hertwig* viel Richtiges gegen die darwinistischen Befürworter des rücksichtslosen Daseinskampfes und gegen extreme eugenische Pläne anzuführen weiß, daß seine Einwände jedoch eine maßvolle, auf die Ethik der Menschenliebe sich gründende Auslese-Eugenik nicht treffen.

Hertwig empfiehlt eine Hebung und Veredelung des Menschengeschlechtes auf Grund der Theorie der direkten Bewirkung. „An Stelle des trügerischen, als Naturgesetz ausgegebenen Phantoms der negativen und der positiven Auslese ist der wahre Fortschrittshebel die planmäßig durchgeführte Erziehung des Volkes in allen seinen Schichten, ferner die dem Einzelzweck am besten angepaßte Vorbereitung für die Arbeit in den niederen und höheren Berufsarten und nicht am wenigsten die Hemmung aller zersetzenden Kräfte und die Belebung aller altruistischen sittlichen Kräfte...“ (S. 93). *Hertwigs* positives soziales Programm fordert ferner Ausbau der Sozialpolitik, Sozialhygiene, Wohnungsfürsorge u. dgl., sowie ein Recht auf Arbeit. Die deutsche soziale Gesetzgebung zum Schutze der Schwachen und Hilfsbedürftigen bedeutet einen „ruhmvollen Anfang“ (S. 95).

Gegen die aus christlich-humanitärer Moral erwachsende soziale Pflegepolitik wenden antilamarckistische Eugeniker ein, daß ihre förderlichen Wirkungen nicht erblich seien. Wie es nun aber auch um die viel umstrittene, noch nicht zwingend entschiedene Frage der „Vererbung erworbener Eigenschaften“ (Erziehungswirkungen usw.) stehen mag, die von *Hertwig* geforderte Durchführung der sozialen Erziehungs- und Pflegepolitik rechtfertigt sich *jedenfalls* aus der ethischen Grundforderung der Menschenliebe. Sie ist aber mit einer auf diese gegründeten Auslese-Eugenik wohl vereinbar, die ihrerseits auch einige Bedeutung behält, wenn die „Theorie der direkten Bewirkung“ bzw. die lamarckistische Annahme einer Vererbung von Wirkungen der Erziehung und Sozialpflege zu recht besteht. Seien wir also tolerant: nicht soziale Pflege oder Eugenik, sondern soziale Pflege und Eugenik, beide gegründet auf altruistische Ethik, sollte die Lösung sein. —

¹⁾ die persönlich übrigens treffliche Menschen sein können, wie viele erblich Kranke usw.

²⁾ Auch Steuerermäßigungen und Änderungen im Erbrecht kommen sehr in Frage.

Wir kommen zum letzten Teil des *Hertwigschen* Buches, der den „politischen Darwinismus“ behandelt. Mit diesem Ausdruck bezeichnet *Hertwig*

die Ansicht, daß der Krieg eine notwendige und förderliche Form des Kampfes ums Dasein sei. Diese Anschauung ist tief in die Gedankenkreise aller Kulturenationen eingedrungen und hat nicht wenig die Entstehung jener gewitterschwülen Atmosphäre begünstigt, in der sich die Wolken des Weltkrieges zusammenballten. *Norman Angell* sagt in seinem vielgelesenen Buch: Die falsche Rechnung. Was bringt der Krieg ein? „All die biologischen und sonstigen Argumente zugunsten des Krieges tragen mächtig dazu bei, in Europa eine dem Krieg günstige und der internationalen Verständigung ungünstige Stimmung zu schaffen. Es handelt sich nicht um eine auf irgendein einziges Land beschränkte Gedankenrichtung: dieselbe findet zahlreiche Fürsprecher ebensowohl in England und Amerika wie in Frankreich und Deutschland. Es ist eine europäische Doktrin, die einen Bestandteil des europäischen Geistes bildet.“

Norman Angell führt Schriften des Admirals *Mahan*, des Professors *Spencer Wilkinson*, des amerikanischen Generals *Horner Lea* an. Das immer wiederkehrende Leitmotiv ist der Gedanke, daß der Krieg als Daseinskampf auslesend wirke, daß er das tüchtigste Volk zum Siege führe. Die Neigung zum Kampf gilt als ein Ausdruck des völkischen Erhaltungstriebes, der Versuch, den Krieg abzuschießen, als törichte Einmischung in ein biologisches Weltgesetz. Wie der theoretische Darwinismus die Verkümmerng von Arten und Organen auf Nachlassen der Naturaulese zurückführt, wie Sozialdarwinisten der menschlichen Gesellschaft völlige Entartung prophezeien, wenn die unerbittliche Ausjagung der Schwachen im Daseinskampf fortfällt, so predigt der politische Darwinismus Völkerniedergang bei Fortfall der Kriege. *Moltke* und *Renan* haben diese Ansicht vertreten; die Nietzsche-Literatur hat sie begünstigt. *Claus Werner* feiert den „Krieg als schaffendes Weltprinzip“. „Seine Schöpfungsthat aber liegt in der Auslese.“ Auch der General *v. Bernhardi* erklärt unter Berufung auf *Darwin* den Krieg für eine biologische Notwendigkeit, für den größten Lebenserwecker der Menschheitsgeschichte, für einen unentbehrlichen Kulturfaktor, für einen Beschützer vor geistiger Versumpfung und sittlicher Entartung. Demnach sei der Krieg eine sittliche Forderung, der Pazifismus töricht, unsittlich und menschenunwürdig¹⁾.

Hertwig weist darauf hin, daß die Entente-Prese diese den Machtwillen und Krieg verherrlichende deutsche Literatur, insbesondere *Nietzsche* und *Bernhardi*, benutzt hat, um Deutschland als militaristischen Friedensfeind zu brandmarken. Obwohl die wissenschaftliche Philosophie im heutigen Deutschland jener Literatur im ganzen fern steht (*Lasson* u. a. bilden Ausnahmen), obwohl sie den Nietzsche-Rausch gedämpft hat, obwohl der bis heute einflußreichste deutsche Philosoph, *Kant*, ein Bannerträger der Weltfriedens-

idee ist¹⁾, obwohl auch die französische, englische und amerikanische Literatur ihre Kriegsverherrlicher hat, ist doch jener entstellende Pressefeldzug nur zu erfolgreich gewesen; die Berufung auf *Nietzsche*, *Bernhardi* usw. war ein glänzendes Mittel jener feindlichen Agitation, die unserem Vaterland sehr schweren Schaden gebracht hat.

Dringend tritt in der Not der Zeit die Forderung zur Abwehr des politischen Darwinismus an uns heran. Der Versuch, den Krieg als eine unabänderliche Naturnotwendigkeit im Sinne der Darwinschen Kampf-ums-Dasein-Lehre aufzufassen, fällt für *Hertwig* bereits mit dem theoretischen Darwinismus dahin. Er wäre aber auch dann verfehlt, wenn *Darwins* biologischer Daseinskampf wirklich ein Naturgesetz repräsentierte. Denn zwischen Sieg bzw. Unterliegen im Darwinschen Daseinskampf und Erfolg bzw. Niederlage im Kriege bestehen himmelweite Unterschiede. Der im Darwinschen Daseinskampf obsiegende Organismus pflanzt sich reichlich fort, der unterliegende stirbt mit allen seinen Zellen. Der im Kriege siegreiche Staat pflegt nur zu wachsen; das unterliegende Volk aber — und dies ist hier von entscheidender Wichtigkeit —, mag es seine staatliche Form verlieren, mag es aufgeteilt und unterjocht werden, lebt trotz alledem fort und kann sogar durch reichlichere Fortpflanzung den Besieger und Eroberer als Rasse überwuchern und ersticken. „Völker sterben nicht durch verlorene Kriege“ (S. 103). Trotz der kriegerischen Vernichtung des Judentums, trotz Vertreibung und Zerstreuung ist das jüdische Volk zu einer Kulturmacht gelangt, die es vielleicht nicht erreicht hätte, wenn es bis heute im Lande seiner Väter gesessen hätte.

Daraus, daß es immer Zank und Streit gegeben, daß die Menschheitsgeschichte von Kriegsgeschrei erfüllt ist, folgt nicht, daß es immer so bleiben müsse. Gerade der Entwicklungsgedanke berechtigt zu der Hoffnung, daß es anders werden möge, daß der Krieg, den auch *Bismarck* als ein möglichst zu vermeidendes Übel ansah, einmal aus der Welt geschafft werden könne. Auf niedriger Kulturstufe tragen Familien ihre Streitigkeiten in blutigen Fehden aus. Im alten Griechenland bekriegen sich Städte um die Vorherrschaft. Im Mittelalter bekämpfen sich in Deutschland Rittergeschlechter und Städte, später dann die Kleinstaaten. Nach Gründung des Deutschen Reiches wird, so hoffen wir, die Zeit nicht wiederkehren, daß Preußen, Bayern, Sachsen usw. Interessengegensätze mit den Waffen in der Hand ausfechten.

So geht trotz mancher Rückschläge durch die Geschichte die Entwicklungstendenz hindurch, daß kleinere Gesellschaftsgruppen sich zu größeren und immer größeren Verbänden zusammenschließen. Dabei werden Organisationen geschaffen, die Kriege zwischen den einst getrennten Gruppen

¹⁾ Ähnlich schroff drückt sich *Treitschke* aus.

¹⁾ *Paulsen* hat *Kants* Pazifismus gegen *Treitschke* verteidigt.

verhindern und eine Schlichtung widerstreitender Interessen durch Verhandlungen nach Recht und Billigkeit ermöglichen. Sollte nicht die Zeit kommen, in der die heute noch sich zerfleischenden Völker Europas sich zum friedlichen Staatenbund zusammenfinden? Wenn nicht Einsicht und Selbsterkenntnis, so wird die harte Not sie dazu führen. Vielleicht wird das zusammengeschlossene Mitteleuropa der Kern zum europäischen Völkerbund.

Auch die historische Tatsache, daß frühere Kriegsmotive, wie das religiöse, ihren friedengefährdenden Einfluß verloren haben, begünstigt die Aussicht auf den Sieg der Idee des Dauerfriedens. *Hertwig* hofft, daß das Motiv des Nationalismus einem ähnlichen Wandel entgegengehe, wie das religiöse Motiv ihn erfahren hat. Die nationale Einigung Deutschlands und Italiens haben dem Fortschritt der Menschheit gedient, haben zusammengeführt, was zusammengehört, haben großen Gemeinschaften durch geeignete Organisation inneren Frieden und damit Entfaltung aller geistigen und wirtschaftlichen Kräfte gesichert.

Vielfach aber läuft gerade gegenwärtig das Nationalitätsprinzip Gefahr, in selbstsüchtigen, kurzsichtigen, staaten- und kulturzersplitternden Chauvinismus umzuschlagen. Das Fortwirken eines derart verzerrten Nationalitätsprinzips würde Verewigung des Krieges bedeuten. Denn da sich die Staaten nicht mit chinesischen Mauern umgeben können, ist eine Vermischung der Nationen unvermeidlich, zumal bei dem fortschreitenden persönlichen, wirtschaftlichen und geistigen internationalen Verkehr. Es gibt keinen größeren Einheitsstaat, der nicht eine Vermischung verschiedener Rassen aufwiese. Hier muß das Nationalitätsprinzip seine Grenze finden. In keinem Falle tritt seine Undurchführbarkeit klarer hervor, als bei den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in denen Angelsachsen, Iren, Germanen, Romanen, Slawen und Inder erfolgreich an gemeinsamen Staats- und Kulturaufgaben zusammenwirken. Das ist nur möglich bei nationaler Toleranz und läßt hoffen, daß diese, wie die religiöse Toleranz, in der Völkerentwicklung erstarken und daß damit wiederum ein gefährliches Kriegsmotiv ausscheiden werde.

In der Gegenwart spielt die wirtschaftliche Konkurrenz eine große Rolle als Kriegsbeweggrund und Anreiz zum friedengefährdenden Imperialismus. Indessen, „vom Standpunkte des Geschäfts betrachtet, muß der moderne Krieg durch die Zerstörungen, die er anrichtet, und durch die ungeheuren Kosten, die er allen beteiligten und selbst neutralen Staaten auferlegt, schließlich auch die Anbeter des goldenen Kalbes und die egoistischen Kriegshetzer aus materiellen Interessen zur Erkenntnis bringen, daß der aus ihm auch im Fall des Sieges zu erwartende Gewinn an Reichtum ein illusorischer ist, daß er die Kosten nicht lohnt und daher, wie *Norman Angell* nachweist, „auf einer falschen Rechnung“ beruht.“

(S. 111, 112.) Arbeitsteilung und Differenzierung werden immer engere und schwerer zu lösende Beziehungen zwischen den Staaten knüpfen, so daß diese immer mehr in gegenseitiger Ergänzung zu abhängigen Gliedern der organisierten Menschheit werden. „So erhebt sich neben dem Nationalitätsprinzip als gleichberechtigte und ergänzende Macht das internationale, humanitäre Prinzip mit seinen internationalen Interessen in Wissenschaft und Kunst, in Finanz und Handel“ (S. 111).

Vom philosophischen Standpunkte läßt sich der Krieg betrachten als „ein Teil von jener Kraft, die stets das Böse will und stets das Gute schafft“: er wird schließlich durch harte Not die Menschen zur Organisation des Friedens zwingen. Das hat der große preußische Philosoph und Pazifist *Kant* in geistreicher Weise ausgeführt; nach ihm (vgl. *Kant*, Zum ewigen Frieden. Ein philosophischer Entwurf) braucht „die große Künstlerin Natur“ den Streit der Staaten als Mittel, „um in dem unvermeidlichen Antagonismus derselben einen Zustand der Ruhe und Sicherheit auszufinden, d. h. sie treibt durch die Kriege, durch die überspannte und niemals nachlassende Zurüstung zu denselben, durch die Not, die dadurch endlich ein jeder Staat, selbst mitten im Frieden, innerlich fühlen muß, zu anfänglich unvollkommenen Versuchen, endlich aber nach vielen Verwüstungen, Umkippungen und selbst durchgängiger innerer Erschöpfung ihrer Kräfte zu dem, was ihnen die Vernunft auch ohne so viel traurige Erfahrung hätte sagen können, nämlich: aus dem gesetzlosen Zustand der Wilden hinauszugehen und in einen Völkerbund zu treten, wo jeder, auch der kleinste Staat, seine Sicherheit und Rechte, nicht von eigener Macht oder eigener rechtlicher Beurteilung, sondern allein von der Entscheidung nach Gesetzen des vereinigten Willens erwarten könnte.“

Angeichts des abgrundtiefen Völkerhasses wäre es allerdings eine Utopie, wenn man erwarten wollte, daß der europäische Kulturmensch in seinem Denken, Fühlen und Wollen von heute auf morgen ein anderer würde, und daß die zum Völkerfrieden erforderliche internationale Organisation der Staaten auf einem Friedenskongreß mit einem Schlage fertig werden würde. „Doch bleibt ein Trost. Der einzelne Mensch ist ungeduldig, weil er sterblich ist; aber die schöpferische Natur, die große Künstlerin, wie sie *Kant* nennt, oder der ewige Gott, wie ihn der gläubige Mensch verehrt, haben Zeit beim Aufbau ihrer Werke . . .“ (S. 115).

Rassehygieniker haben oft darauf hingewiesen, daß in modernen Kriegen Massen von ausgewählten tüchtigen Männern mit ihren trefflichen Erbanlagen vernichtet werden, während kränklische und minderwertige Kriegsdienstuntaugliche verschont bleiben, daß somit die Kriege der Gegenwart im Großen und Ganzen stark kontraselektorisch wirken. *Hertwig* verzichtet als Gegner

der Auslese-Eugenik darauf, diesen Umstand für den Pazifismus und gegen die darwinistische Kriegsbefürwortung auszuwerten; das Argument würde den Kriegsdarwinismus mit darwinistischer Waffe treffen.

In einem Nachwort nimmt *Hertwig* zum Weltkrieg Stellung. Die Zentralmächte kämpfen einen gerechten Kampf. Ihr Schwert soll neues Völkerrecht bringen und „neue, hoffentlich dauerhaftere Bedingungen für das friedliche Zusammenwirken der Staaten im Einklang mit dem allgemeinen Rechtsbewußtsein der Menschheit, das auch den Sieger bindet . . .“ (S. 117). Wir kämpfen „für unsere heiligsten Güter und nicht zuletzt auch für die Freiheit der Staaten Europas und Asiens, für das Ziel eines europäischen Friedensbundes gleichberechtigter Staaten, die „gleich, frei und brüderlich nach dem Prinzip der Gegenseitigkeit“ einander in der Weltwirtschaft wie in den Werken der Kultur ergänzen und andere gleichgeartete Völker der Erde zum Anschluß einladen“ (S. 118). Dreimal ist die zum Frieden dargebotene Bruderhand zurückgewiesen worden. So lautet das Gebot der Stunde, das unser Pazifist mit feurigen Worten predigt: „Ans Vaterland, ans teure, schließ Dich an“; zum Frieden bereit, halte aus in Krieg und Heimat, in Kampf und Not. Die Entscheidung naht, und „es muß uns doch gelingen“.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Quantentheorie; ihr Ursprung und ihre Entwicklung¹⁾.

Nachträgliche Bemerkungen.

Zu dem oben genannten Aufsatz möchte ich bezeichnend folgendes nachtragen:

I. Im Abschnitt VI (S. 224) habe ich die quantitative Zurückführung der Rydbergschen Zahl N auf die universellen Konstanten e , m , h als eine Hauptleistung der Bohrschen Theorie hingestellt. Die von *Bohr* aus dem gequantelten Rutherford'schen Atommodell abgeleitete Beziehung lautet:

$$N = \frac{2\pi^2 e^4 m}{h^3}$$

Herr *A. E. Haas* hat mich nun freundlichst darauf aufmerksam gemacht, daß er schon vor *Bohr*, im Jahre 1910²⁾ zu einer ganz analogen Beziehung gelangt ist. Dabei ging er so vor: er berechnete auf Grund des damals allgemein anerkannten *J. J. Thomson'schen* Atommodells die maximale Schwingungszahl ν_{\max} des Elektrons (im einfachsten Wasserstoffatom), wenn es, mit einem Energiequantum versehen, gerade an der Oberfläche der positiven Kugel kreist. Es ergab sich:

$$\nu_{\max} = \frac{4\pi^2 e^4 m}{h^3}$$

Diese maximale Schwingungszahl identifizierte nun *Haas* mit der Seriegrenze ($n = \infty$) in der *Balmerschen* Formel

$$\nu = N \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (n = 3, 4, 5 \dots)$$

¹⁾ Die Naturwissenschaften 6, Heft 17, 1918.

²⁾ Vgl. z. B. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. 10. März 1910.

Dann folgt:

$$N_{\text{Haas}} = \frac{16\pi^2 e^4 m}{h^3}$$

eine Formel, die sich von der Bohrschen durch einen Faktor 8 unterscheidet. *Haas* benutzte seine Beziehung, um aus den als bekannt vorausgesetzten Größen der Rydbergschen Zahl N , der Planckschen Konstante h

und dem Verhältnis $\frac{e}{m}$ die Ladung e des Elektrons zu berechnen. Infolge des Faktors 8 erhielt er den nach dem heutigen Stand der Forschung zu kleinen Wert $e = 3,18 \cdot 10^{-10}$, der mit den damaligen Ergebnissen von *J. J. Thomson* und *H. A. Wilson* gut in Einklang war.

II. Im Abschnitt III auf S. 218, Z. 26 v. u. steht der Satz: „Man denke nur an die Tatsache, daß nach *Einstein* und *de Haas* der Para- und Ferro-Magnetismus von kreisenden Elektronen erzeugt wird“ . . . Herr *F. Richarz* hat mir nun gütigst mitgeteilt, daß er schon Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts¹⁾ die Hypothese, daß der Magnetismus durch kreisende Elementarladungen erzeugt wird, ausgesprochen und durch Rechnungen gestützt hat.

Berlin, den 16. Juni 1918.

Dr. Fritz Reiche.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 2. März hielt Herr Professor *K. Oestreich* (Utrecht) einen Vortrag mit Lichtbildern über seine letzten Reisen in Bulgarien, durch die er seine früheren Forschungen, über welche in den „Naturwissenschaften“ (1916, Jahrg. 4, S. 836–837) bereits berichtet worden ist, ergänzte. Sein Weg führte zuerst von Sofia aus nach Südwesten durch das, die Kohlen für ganz Bulgarien liefernde Becken von Pernik, dann durch die wilde und schöne obere Strumaenge nach Küstendil, der Stadt der heißen Quellen, in der obstberühmten Talweitung, die ein Pflaumenparadies ist, das Früchte von unerhörter Süßigkeit bietet. Die Ernte des Jahres 1917 war hier seit langer Zeit die beste gewesen. Im Laufe der Struma wechseln, wie beim Wardar, schluchtartige Engen und beckenartige Talweitungen. Von den letzteren gehört das Becken von Boboschewo zu den Inseln mediterranen Klimas mit entsprechender Vegetation. Hier tritt neben den mitteleuropäischen Obstbäumen bereits die Feige auf. Im Osten der mittleren Struma liegt eines der höchsten Gebirge Bulgariens, der Pirin (Perim Dagh der Karten), von dem die Karte nur ein schematisches Bild gibt, und der geographisch noch völlig unbekannt ist. Seine Erforschung war ein wichtiger Programmpunkt der diesjährigen Reise. Viele Fließchen, meist Bistrica (d. h. Fluß) genannt, führen reichliches, aus den Schneefeldern des Hochgebirges stammendes Wasser, so daß in den Tälern Galeriewälder von gewaltigen Erlen und großen Kastanien wachsen, und in den Talgründen die fleißigen und geschickten bulgarischen Gärtner Mais und Gemüse in wohlbewässerten Parzellen bauen können. Das Gebirge ist selbst den Karakatschani, walachischen Berghirten, die während des Sommers in der menschenleeren Einöde ihre Schafe hüten, wenig bekannt. Ihr Wissen reicht nicht über das von ihnen aufgesuchte Tal hinaus. Blockmeere, Moränenterrassen und andere Gletscherspuren beweisen, daß die eiszeitliche Verglet-

¹⁾ Man vgl. z. B. *Wiedemanns Annalen* 52, 1894 p. 410.

scherung bis 1100 m hinabgereicht hat. In 1800 m Höhe liegt das Niveau der alten Rumpffläche, in welche breite Gletschertäler und Kare eingeschnitten sind. Die Karte gibt nur den See Papas Göl an, aber es sind zahlreiche Seen vorhanden, die sich gelegentlich reihenweise übereinander zu wahren Seentreppen anordnen. Der Gürtel des prachtvollen Charakterbaums, der Murrakiefer (*Pinus Peuce*), liegt zwischen 1600 und 2000 m. Die scharfen Granitkämme sind mit pyramidenförmigen Gipfeln gekrönt, von denen der höchste, der in Form einer breiten Glocke hingelagerte, 2680 m hohe Jel Tepe, einen Marmorklotz darstellt, der dem Granit aufgelagert ist. Hier hausen Gamsen, und an seinen Abhängen wächst echtes Edelweiß.

Die nördlich vom Jel Tepe gelegene Ebene des Raslog hat in der Geschichte der Befreiung Ostmakedoniens eine wichtige Rolle gespielt. Die Stadt Bansko war der Hauptsitz der bulgarischen Propaganda gegen die türkische Herrschaft. Da die Stadt so gebaut ist, daß man sie von Hof zu Hof passieren kann, ohne über die Straße zu müssen, so eignete sie sich in hervorragendem Maße als Schlupfwinkel der Comitadschi.

Das Piringebirge trennt die beiden in parallelem Lauf nach Süden strömenden Flüsse Struma und Mesta, zwischen deren Unterläufen die versumpfte Ebene von Drama liegt, ein großes, schutterfülltes Einbruchbecken, an dessen Rändern auf der fruchtbaren Terra-Rossa-Erde der beste Tabak wächst, der als ägyptischer Zigarettentabak in den Handel kommt. Die Gegend hat unter dem Krieg sehr zu leiden gehabt. Nicht für 1000 Leva war ein Wagen nach der etwa 40 km entfernten Hafenstadt Kawalla zu haben, und für ein Brot wurde ein Kilogramm Tabak geboten. Von Drama führt die Straße nach Südosten über das Schlachtfeld von Philippi und einen Felsriegel aus Granit nach der Hafenstadt Kawalla mit ihren großen Tabakspeichern, die viele Beziehungen zu Ägypten hat, worauf auch der Palast des Khediven auf dem Schloßberg hindeutet.

Der weiter östlich gelegene Küstenstrich, gegenüber der Insel Samothrake, ist die Riviera von Makri, eine landschaftlich herrliche Gegend, mit südlichem Klima, in der Olivenwälder, Zitronengärten, Feigen- und Mandelbäume reiche Früchte tragen. Das Gebiet ist erst 1913 an Bulgarien gekommen und wissenschaftlich wie touristisch noch unbekannt.

Der Balkan wurde nördlich von Aitos in seinem östlichsten Teile durchquert, wo er aus Flyschgesteinen, Sandsteinen, Kalken und Mergelschiefern besteht, Gesteine, die auch den Hauptteil der Karpathen zusammensetzen. Hierauf bereiste Professor *Oestreich* die Dobrudscha, deren Bahnen damals von sächsischen Eisenbahntruppen betrieben wurden. Das Land ist zwar baumlos, aber von großer Fruchtbarkeit; es gilt den Bulgaren als eine Art Urheimat, über die sie einst hergekommen sind, und in der sich ihr Volkstum am reinsten erhalten haben soll. Die Bulgaren bilden die Majorität in der äußerst bunt zusammengewürfelten Bevölkerung. In dem nördlichen Teile gibt es auch russische, rumänische und deutsche Dörfer. Aus dem Löss, jenem fruchtbaren Steppenlehm, der den Boden der Dobrudscha bildet, taucht im Norden, gegenüber Braila, das kleine aus Granit, kristallinen Schiefern, Kalken der Trias und des Jura, sowie Gesteinen der mittleren und oberen Kreide bestehende Gebirge von Matschin auf, das sich in zackigen Formen bis fast 500 m erhebt. Es gilt als der westlichste Teil eines großen, heute im Schwarzen Meere versunkenen Gebirges, das in früheren Epochen der Erdgeschichte

in der Krim und dem Kaukasus seine Fortsetzung fand. Bestanden ist es mit großen, dichten Lindenzwäldern, in denen die Blätter bis einen halben Meter Durchmesser erreichen, und durchschwärmt wird es von Milliarden von Bienen, so daß hier Bienenzucht im großen getrieben wird. Die dortige Division hatte im Sommer 20 000 Oka Lindenblüten gesammelt.

Warna, der Haupthafen Bulgariens, genießt, ebenso wie das südlichere Burgas, den Vorteil der Lage, der alle Senkungsküsten bieten. Das Meer dringt in die untergetauchten Landformen ein, und die ertrunkenen Flußtäler wandeln sich zu geschützten Meereshäfen um, die dann durch künstliche Molenbauten zu modernen Verkehrshäfen ausgestaltet werden. Konstanza dagegen, der Hafen der Dobrudscha, ist kein solcher Limanhafen, wie man diese versenkten Flußmündungen nennt. Es ist jedoch bei der Senkung des Küstenstreifens hier eine Schichttafel härterer Sandsteine als kleine Halbinsel stehen geblieben, die dem, an seiner Südseite gelegenen Hafen einigen Schutz verleiht. An der Landseite erheben sich die großen Getreidesilos, und im Hinterlande liegen die Petroleumtanks. Getreide und Petroleum sind von jeher die großen Ausfuhrartikel von Konstanza gewesen.

Auf Grund seiner Reisen, die ihn nunmehr durch alle Teile Bulgariens geführt haben, gelangte der Vortragende zu folgender Einteilung des Landes in natürliche Gebiete: 1. Das Donautafelland, 2. die Dobrudscha, 3. der Balkan, 4. die subbalkanische Beckenreihe, 5. die Gebirgsmassive der Sredna Gora-Zone, 6. die Scharungsbirge von Südwestbulgarien, 7. die Strumassenke, 8. die ägäischen Horste und Becken, 9. das Rhodopegebirge, 10. die Maritzaebene, 11. die Thrakische Rumpffläche.

Zum Schlusse machte Professor *Oestreich* noch auf einen Vorteil aufmerksam, den der Reisende in Bulgarien genießt, von dem sich die meisten nichts träumen lassen. Das Land liegt nämlich bereits so weit außerhalb des uns gewohnten, vom Atlantischen Ozean beeinflussten mitteleuropäischen Klimas, daß die Witterungsverhältnisse viel beständiger sind als bei uns. Man kann, wenigstens im Sommer, auf etwa einen Monat im voraus mit einer gewissen Beständigkeit des Wetters rechnen, was für das gesamte Wirtschaftsleben von höchster Bedeutung ist.

In der Fachsitzung am 18. März hielt Herr Professor *E. Tiessen* einen Vortrag mit Lichtbildern über die **Erforschung des Verkehrs durch die Karte**. Der Vortragende arbeitet z. Z. im Kriegsministerium über die Erzeugung und den Transport von Massengütern innerhalb Deutschlands in den Jahren vor und während des Krieges und hat dabei eine Methode der kartographischen Darstellung zur Anwendung gebracht, die er als Einheitskarte bezeichnet. Schon früher war häufig die Intensität des Verkehrs auf den Karten durch Bänder dargestellt worden, deren Breite der Verkehrsdichte entsprach. Der Vortragende hat diese Bänder in Linien aufgelöst, deren jede einer bestimmten, willkürlich gewählten Einheit entspricht, z. B. 500 Tonnen. Eine doppelt so starke Linie, die Doppellinie, bedeutet dann 2 solcher Einheiten, eine sehr starke, die Balkenlinie, stellt 20 Einheiten, also in unserem Beispiel 10 000 Tonnen dar. Die Transportrichtung wird durch Pfeile angegeben, aus deren Einzelheiten hervorgeht, ob es sich um Versandlinien oder Empfangslinien handelt. In dieser Weise hat der Vortragende die Betriebsbelastung der Eisenbahnen in Tonnenkilometern für wichtige Massengüter wie Kohlen, Erze, Zement,

Getreide, Bier usw. für das Friedensjahr 1913 und das Kriegsjahr 1915 veranschaulicht und mit einander verglichen. Aus den Gegenüberstellungen beider Jahre lassen sich nun lehrreiche Folgerungen ziehen, Fehler feststellen und Lehren für die Kriegswirtschaft entnehmen. Es zeigte sich ein gewaltiger Umschwung des Binnenverkehrs infolge des Krieges, doch können aus begreiflichen Gründen Einzelheiten darüber nicht mitgeteilt werden. Auch der Wasserstraßenverkehr wurde nach der gleichen Methode anschaulich dargestellt, wobei das Fehlen des Mittellandkanals als besonders schweres Versäumnis erkennbar wurde. Das Prinzip der Einheitskarten eignet sich nicht nur für Linienkarten, sondern auch für Punkt- und Flächenkarten. Als Beispiel für die erstere diene die mittlere Roh-eisenerzeugung im Ruhrkohlengebiet. Als Einheit war der Betrag von 100 Tonnen pro Tag gewählt, und der Name jedes Erzeugungsortes wurde nun mit soviel Linien, Doppellinien oder Balkenlinien unterstrichen, wie seiner Produktionsmenge entsprach. Bei der Flächenkarte wird der betreffende Gebietsanteil mit der ihm zukommenden Zahl von Linien, Doppellinien oder Balkenlinien schraffiert. Dies wurde an Karten der Getreideernte (Einheit = 250 kg pro Kopf der Bevölkerung) und der Bevölkerungsdichte (Einheit = 50 Einwohner pro qkm) demonstriert. Ein besonderer Vorteil der Einheitskarten besteht darin, daß man von der Legende der Karte unabhängig wird, sobald der Wert für die Einheit bekannt ist.

Neunzigjähriges Stiftungsfest.

In der Sitzung am 13. Mai 1918 hielt Dr. Sven von Hedin (Stockholm) einen Vortrag mit Lichtbildern über **Unsere Kenntnis von Tibet im Wechsel der Zeiten.**

Es ist in der geographischen Lage Tibets begründet, daß die asiatischen Völkerschaften, insbesondere die auf einer höheren Kulturstufe stehenden, wie Chinesen und Inder, im grauen Altertum eine mehr oder weniger eingehende Kenntnis des ihnen benachbarten Tibet hatten, jenes größten und höchstgelegenen Plateaulandes unserer Erde, in welchem die Böden der Täler und die Flächen großer Seen in gleicher Höhe mit den höchsten Alpengipfeln liegen und die Berge sich bis zu dem Kulminationspunkt der Erdoberfläche, dem 8840 Meter hohen Gaurisankar erheben. Viel später wurde Tibet in der abendländischen Welt bekannt. Herodot kennt das Land selbst zwar noch nicht, aber er berichtet von den goldtragenden Ameisen, als deren Heimat Tibet galt. Die beste Schilderung Indiens und der ihm nördlich vorgelagerten Gebirge gab in der damaligen Zeit Strabo. Ptolemäus hat in seinen Schriften viel von Marinus von Tyrus übernommen. Seine hydrographische Beschreibung der indischen Flüsse ist meisterhaft, aber von den Strömen Tibets berichtet er nichts. Er preßt den Kwenlun und den Himalaya zu einer einzigen Bergkette zusammen. Trotz dieser Unvollkommenheiten in zahlreichen Einzelheiten konnte sich bekanntlich das Erdbild des Ptolemäus bis weit in das Zeitalter der Entdeckungen hinein behaupten, und die Grundrisse, die er dem asiatischen Kontinent gegeben hat, drückten dem Kartenbilde für anderthalb Jahrtausende seinen Stempel auf. Seine Autorität war so groß und allgemein anerkannt, daß seine Darstellungen als ein unverrückbares Dogma galten und schließlich hemmend auf jeden Fortschritt wirkten. Erst seit der im Jahre 1705 erschienenen Karte von Delisle ist der Einfluß von Ptolemäus endgültig verschwunden. Von den arabischen Geographen verdanken wir Edrisi um 1155 eine wertvolle Hydrographie des

südwestlichen Tibet, doch sind seine Schriften schwer zu deuten. 1340 bereiste der Araber Ibn Batuta diese Gegenden. Der erste Europäer aber, der eine zuverlässige Schilderung des Landes, namentlich auch der Sitten und Gebräuche des Volkes gegeben hat, ist der Venetianer Marco Polo gewesen, der auch 1330 zuerst Lhasa, die verschlossene Hauptstadt des Landes besuchte, die erst in der allerneuesten Zeit für Europäer zugänglich geworden ist, nachdem es selbst einem so guten Kenner des Landes wie Hedin trotz seiner Verkleidung als Tibetaner nicht gelungen war, dieses, von zahlreichen Forschungsreisenden heiß ersehnte Ziel zu erreichen.

In seinen weiteren Ausführungen stützte sich der Vortragende auf zahlreiche Lichtbilder von Faksimiles alter Karten und behandelte vornehmlich die Hydrographie von Süd-Tibet, das als Ursprungsgebiet der großen indischen Flüsse Indus, Sutlej, Brahmaputra, Saluen, Mekong usw. zahlreiche hydrographische Rätsel barg, die erst in unserer Zeit entschleiert worden sind. Auf der Karte von Fra Mauro erscheint 1459 zum ersten Male der Name Tibet (Tebet). J. Klaproth konnte um 1820, auf chinesische Quellen gestützt, ein gutes hydrographisches Bild von Süd-Tibet entwerfen, da die Vorstellung der Chinesen von dem Verlauf der Flüsse in Süd-Tibet schon damals richtiger war, als diejenige, welche die Europäer noch vor wenigen Jahren hatten. Nur in der orographischen Zeichnung sind die chinesischen Quellen unzuverlässig. Es ist bemerkenswert, daß diese Feststellung des Vortragenden von der Zuverlässigkeit der chinesischen Karten bezüglich des Gewässernetzes sich mit derjenigen Ferdinand von Richthofens deckt, der in ganz anderen Gebieten Chinas die gleiche Erfahrung gemacht hatte. Unsere Kenntnis von der Hydrographie Tibets hat im Laufe der Jahrhunderte viele Wandlungen durchgemacht, auf die Hedin näher einging. Zum Teil war die Kenntnis im griechisch-römischen Altertum besser als im sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert. Athanasius Kircher hielt den in 4660 Meter Höhe gelegenen heiligen See Manasarowar, der, wie wir jetzt wissen, zum Sutlej entwässert, für die Quelle des Indus, Ganges und Brahmaputra und glaubte, daß Andrade sein Entdecker wäre. Noch bis um die letzte Jahrhundertwende war das Problem des Zusammenhanges der großen südtibetanischen mit den indischen Flüssen strittig. Hedin wies darauf hin, daß der Sanpo schon 1723 von dem jüngeren Delisle als Oberlauf des Brahmaputra richtig gedeutet worden sei.

In der Sitzung gelangte auch das neueste Werk des Vortragenden „Southern Tibet“ zur Vorlage, in dem Hedin die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner letzten 1906–1908 ausgeführten großen tibetanischen Reise historisch wie geographisch bearbeitet und in Karten zur Darstellung gebracht hat. Der erste Band, der eine große Anzahl von Faksimiles alter Karten enthält, ist der Entdeckungsgeschichte des Sees Manasarowar und der Quellen der großen indischen Flüsse vom fernsten Altertum bis zum Ende des achtzehnten Jahrhunderts gewidmet. Der zweite Band gibt die Fortsetzung dieser historischen Betrachtung bis zum Jahre 1913 und die Schilderungen der Reisen des Verfassers in diesen See- und Flußgebieten. Der dritte Band behandelt den Transhimalaya, jenes gewaltige, früher gänzlich unbekannte Gebirge, das sich parallel zum Himalaya an dessen Nordseite durch das südliche Tibet erstreckt und dessen Entdeckung und Erforschung eines der Hauptergebnisse von Hedin's Reise war. Von englischer Seite war deshalb der Name Hedin-Gebirge

für jenen Komplex von Gebirgsketten vorgeschlagen worden. Der fünfte Band bietet eine Bearbeitung der petrographischen und geologischen Verhältnisse von Professor A. Hennig. Der vierte und der sechste Band erscheinen später. Viele historische und topographische Karten, prächtige Abbildungen nach photographischen Aufnahmen des Verfassers, ein großer Atlas von eigenhändig gezeichneten Gebirgspanoramen, Spezialkarten der gesamten Reisewege im Maßstab 1 : 300 000 und Übersichtskarten in 1 : 1 000 000 sind dem Werke beigegeben, und weitere Karten, die zurzeit noch in Arbeit sind, werden demnächst erscheinen.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß Hedin das Werk der „Survey of India“ gewidmet hat, jener britischen um die Landesaufnahme Indiens hochverdienenden Behörde, die sich bereits vor dem Kriege auf Hedins Anfrage zur Annahme dieser Widmung dankend bereit erklärt hatte. Es ist ein Zeichen für die wissenschaftliche Objektivität des schwedischen Gelehrten, daß er auch unter den heutigen Umständen diese Zusage einlöst, trotzdem die Engländer ihm wegen seiner deutschfreundlichen Gesinnung die früher erteilten wissenschaftlichen Ehren abgesprochen und ihn z. B. aus der Liste der Ehrenmitglieder der Royal Geographical Society gestrichen haben. —

Der letzte Teil der Sitzung blieb den **Ehrungen und Auszeichnungen** vorbehalten, welche die Gesellschaft, altem Brauche folgend, an ihren Jubiläumssitzungen zu verleihen pflegt. Durch einhelligen Beschluß des Vorstandes und Beirates wurde die Karl Ritter-Medaille in Gold, die bisher nur zweimal seitens der Gesellschaft verliehen worden ist, *Sven von Hedin* zugesprochen, doch wird diese Auszeichnung für ihn nicht in Gold, sondern, den jetzigen Zeitverhältnissen entsprechend, in Eisen ausgeführt werden, so daß sie für alle Zeiten ein Unikum darstellen dürfte. Die silberne Karl Ritter-Medaille erhielten Professor Koch (Grünberg) für seine Reisen und Studien in Süd-Amerika, Dr. Behrmann, der Assistent des Geographischen Instituts der Universität Berlin, für seine Forschungen in Deutsch-Neu-Guinea, und der Verlagsbuchhändler Baedeker, dessen Reisebücher damit als hervorragende geographische Leistungen anerkannt wurden. Die silberne Nachtigal-Medaille, die speziell für afrikanische Forschungen bestimmt ist, wurde dem Vorstand der Kolonialen Abteilung am Geographischen Institut der Universität Berlin, Professor Jaeger, der sich zurzeit noch in britischer Gefangenschaft in Deutsch-Südwest-Afrika befindet, sowie Professor Schultze (Jena) verliehen. Eine einzigartige Ehrung wurde schließlich noch dem stellvertretenden Vorsitzenden der Gesellschaft, Generaloberst von Beseler zuteil, dessen Verdienst um die Geographie Polens durch die Verleihung einer künstlerisch ausgeführten Plakette geehrt wurde. An die Versammlung schloß sich ein Festmahl.

In der Fachsitzung am 22. April hielt Herr Professor W. Vogel einen Vortrag über die **geographische Lage der europäischen Staaten in ihrer Bedeutung für deren geschichtliche Entwicklung**.

Die geographische Lage der einzelnen Staaten ist in doppelter Weise für deren Geschichte von Bedeutung, einmal in physisch-geographischem Sinne (Breitenlage, Klima usw.), was der Vortragende als „geophysische Lage“ bezeichnet, zweitens aber auch durch die Beziehungen zu den Nachbarstaaten, zu Verkehrswegen, unbewohnten Gebieten, zum Meere usw., die unter der Bezeichnung „geopolitische Lage“ zusammengefaßt werden. Nur mit dieser letzteren, die gewissermaßen

den Grundplan des politischen Schachspiels darstellt, beschäftigte sich der Vortragende.

Gerade in Europa verursacht die reiche horizontale und vertikale Gliederung ausgeprägte staatliche Individuen, während die politische Jugend der südamerikanischen und besonders der afrikanischen Staatenwelt schon in deren geographischer Anordnung und schematischen Abgrenzung zum Ausdruck gelangt. Dazu kommt in Europa noch der Reichtum an ethnischen Individualitäten, die der Geschichte etwas huntbewegtes verleihen. Als geographisches Individuum stellt sich ein Naturgebiet dar, wenn ein Stück Boden durch Gleichartigkeit und Harmonie der Lebensbedingungen zu einer Einheit zusammengeschlossen ist. Der Vortragende unterscheidet in Europa 10 solcher Gebiete, bei denen sich die Vermählung zwischen Staats- und Natur-Gebiet in dem Bestreben nach staatlicher Einigung geltend macht. Europa bildet ein Dreieck, dessen Rumpf von den Staaten Frankreich, Deutschland, Ungarn, Polen-Litauen und Rußland gebildet wird. Als Außenglieder sind diesem Rumpf angefügt einerseits Skandinavien-Finnland und Großbritannien-Irland, andererseits die Levante (Balkanhalbinsel + Kleinasien) und Italien, während Spanien-Portugal die Spitze des Dreiecks krönt. Die Kleinstaaten sind an Grenzlinien, die gewissermaßen historische Bruchlinien bilden, entstanden, in analoger Weise wie Vulkane auf tektonischen Bruchlinien.

Im zweiten Teil seines Vortrages ging Professor Vogel näher auf die politischen Grenzen ein, die ihre Aufgabe im allgemeinen um so besser erfüllen, je mehr sie den Verkehr erschweren. Die besten Grenzen sind daher diejenigen gegen die Anökumene, also Polarregionen, Meer, Wüsten, Hochgebirge usw. Man kann bei diesen regionalen Landschaftsformen eine Stufenleiter für die Güte der Verkehrsleitung aufstellen, ähnlich wie in der Physik für die Wärmeleitung. Die Reihenfolge von den schlechten zu den guten Verkehrsleitern wäre etwa: Polargebiet, Wüste, Hochgebirge, Urwald und Sumpf, Meer, Mittelgebirge und Steppe, Hügelland, Kulturland. Das Meer allerdings verhält sich verschieden. Seine Verkehrsleitung ist bei Küsten, die einander nahe gegenüber liegen, recht groß. Sie nimmt aber mit wachsender Breite schnell ab, etwa proportional mit dessen Quadrat. Ein großer Vorzug der Meeresgrenze besteht jedoch darin, daß sie stets eindeutig ist, und über ihre Lage Zweifel nicht aufkommen können. Die verschiedenen Eigenschaften der Grenzen nun beeinflussen in hervorragendem Maße die geopolitische Lage. Politische Spannungen rufen nicht nur Kriege hervor, sondern auch andere Kampfmittel, unter denen neuerdings die *pénétration pacifique* und die Einkreisung hervorragende Bedeutung gewonnen haben. Namentlich die Einkreisung kann durch die geopolitische Lage erschwert oder begünstigt werden. Das letztere ist der Fall, wenn die einkreisenden feindlichen Staaten zu beiden Seiten des Gegners liegen, wie in dem gegenwärtigen Krieg.

Im dritten Teil des Vortrages wurde nun an der Hand geschichtlicher Darlegungen gezeigt, welche Rolle die einzelnen Grenztypen bei den oben angeführten zehn Staatengebilden Europas zu den verschiedenen Zeiten gespielt haben. Von Frankreichs Grenzen ist die Rheingrenze seine Schicksalsfront, weil sie am besten verkehrsleitend ist. Aber Frankreich ist ebenso wie

1) Diese Staaten sind aber nicht in ihrer heutigen Gestalt gemeint, sondern in Abgrenzungen, bei welchen die historischen und ethnischen Gesichtspunkte besser zur Geltung kommen.

Rußland rückenfrei, während Deutschland in der rheinischen, ungarischen und polnisch-litauischen Grenze drei offene Fronten hat und an vier große Staaten grenzt, ein Umstand, der sich in seiner Geschichte tief ausgeprägt hat. Deutschland stand immer unter einem viel höheren Druck als Frankreich, worauf schon die starken Grenzverschiebungen hindeuten. Der Besitz Flanderns würde daher geopolitisch eine große Entlastung bedeuten, doch ist es fraglich, ob dem gegenüber die ethnisch-politische Belastung nicht zu groß werden würde. Polen-Litauen hat, die am wenigsten abschließenden Landesgrenzen. In solcher Lage kann sich nur ein sehr starkes Volkstum behaupten, so daß das Schicksal Polens nicht verwunderlich ist. Der Vortragende kommt zum Schluß unter Berücksichtigung aller dieser Gesichtspunkte zu folgender Dreiteilung der europäischen Staaten nach ihrer geopolitischen Lage: 1. Die mittleren Rumpfstaaen Deutschland, Ungarn und Polen-Litauen, deren Zusammenschluß zu einem Mitteleuropa eine geopolitische Forderung ist, 2. die äußeren Rumpfstaaen Frankreich und Rußland, 3. die Außenglieder mit großer politischer Bewegungsfreiheit, die am stärksten bei England ausgeprägt ist.

O. B.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung am 26. März behandelte Dr. R. Hennig das Thema **Wetter und Krieg**. Bezugnehmend auf einen im Jahre 1912 von Prof. Baschin am gleichen Orte gehaltenen Vortrag über Meteorologie und Kriegführung gab Dr. Hennig weitere zahlreiche Beispiele von Fällen, in denen das Wetter entscheidenden Einfluß auf das Ergebnis von Kampfhandlungen gehabt hat. Zwar ist die Kriegführung in mancher Beziehung unabhängiger vom Wetter geworden als früher — z. B. bei Winterfeldzügen, welche noch bis zu den amerikanischen Freiheitskriegen zu großen Seltenheiten gehörten —, aber im allgemeinen hat sich die Berücksichtigung des Wetters infolge der neuen Kampfmittel, wie Luftschiffe, Flugzeuge, Gasangriffe, stark gesteigert.

Der Vortragende zeigte zunächst an Beispielen aus früheren Kriegen die ausschlaggebende Wirkung, welche zeitweilig strenge Winter, große Hitze, Regen, Schnee, Sturm, Gewitter und Nebel auf den Verlauf der Schlachten ausgeübt haben, und ging dann dazu über, entsprechende Fälle aus dem gegenwärtigen Kriege zu erörtern. Die Ausnutzung der Wetterlage zu militärischen Operationen ist jetzt geradezu zu einer besonderen Kunst geworden. So ist Nebel für den Angreifer günstiger als für den Verteidiger (englischer Vorstoß in die Gewässer von Helgoland, Luftschiffangriffe auf London, Expedition nach Ösel); das gleiche gilt für den Rückzug (Aufgabe der Gallipoli-Besetzung durch die Entente). Mit Vorteil ist hierbei auch künstlicher Nebel verwendet worden. Frost war u. a. für uns günstig beim Überschreiten des Moon-Sundes und bei dem Vormarsch in Livland und Esthland; Regen störte die Flandernoffensive der Engländer im Sommer 1917.

Auch für das Durchhalten der in der Heimat Zurückgebliebenen ist das Wetter von großer Wichtigkeit. Es war ein besonderer Glücksfall, daß der August 1914 ein ideales Erntewetter brachte, während die Dürre in den Frühjahr 1915 und 1917 und die namentlich für Kartoffeln schädliche Nässe des Sommers 1916 uns schaden, allerdings bei weiten nicht

in dem Maße, wie die für Frankreich und England verhängnisvolle Nässe des Sommers 1917.

Zum Schluß wies Dr. Hennig darauf hin, daß sich das Zusammenarbeiten der Heeres- und Marineleitung mit den Meteorologen gut bewährt habe, freilich wäre in manchen Fällen eine größere Verbreitung meteorologischer Kenntnisse und infolgedessen ein größeres Verständnis für die Bedeutung des Wetters erwünscht gewesen. Er glaubt, daß eine wesentliche Besserung hierin erst dann zu erwarten ist, wenn die Meteorologie schon in der Schule als Unterrichtsfach aufgenommen sein wird.

In der Sitzung am 23. April fand eine Besprechung über die **Verwendung des bewegten Lichtbildes im meteorologischen Unterricht** statt. In dem einleitenden Referat berichtete Herr Professor Dr. Felix Lampe über die Bestrebungen des Zentralinstituts für Erziehung und Unterricht, kinematographische Vorführungen als Lehrmittel zu verwenden. Recht weit durchgebildet ist das Verfahren, Veränderungen auf Landkarten vor den Augen der Zuschauer entstehen zu lassen. Als Beispiel wurden im bewegten Lichtbild kartographisch das Vorrücken der deutschen Front von Riga über Oesel bis Esthland und die Entstehung einer Alpenkarte gezeigt. Ähnliche Methoden werden sich vielleicht zur Erläuterung von Wetterkarten, z. B. zur Veranschaulichung der Bahnen wandernder Tiefdruckgebiete benutzen lassen. Eine zweite Verwendungsart bewegter Filme ist die Vorführung entstehender Naturvorgänge; die abgerollten kinematographischen Wolkenaufnahmen bewiesen die Entwicklungsmöglichkeit solcher Methoden. Schließlich wurde noch angedeutet, daß es auch zweckmäßig sein kann, den Gang von Registrierapparaten und allgemein instrumentelle Arbeiten in dieser Weise zu zeigen; als Erläuterung wurden das Hochlassen und Anvisieren von Pilotballonen, sowie der Verlauf eines meteorologischen Drachenaufstiegs im bewegten Bilde vorgeführt.

Durch die Schaffung des königlichen Bild- und Filmamts ist jetzt die Möglichkeit geboten, wissenschaftliche Aufnahmen der oben erwähnten Art zu versuchen, ohne dabei auch einen pekuniären Erfolg berücksichtigen zu müssen. Über die Tätigkeit dieses Amts und einige technische Einzelheiten der gezeigten Aufnahmen berichtete kurz Herr Dr. Wagner. In der diesen Mitteilungen folgenden Besprechung, an welcher sich die Herren Kassner, Gagelmann, Wigand, Baschin und Süring beteiligten, wurden große Hoffnungen auf das bewegte Bild als Forschungshilfe gesetzt, während die Ansichten über dessen Wert als Unterrichtsmittel geteilt waren. Über die Frage, wie diese Methode für die Meteorologie wissenschaftlich und technisch weiter ausgebildet werden kann, soll eine weitere Aussprache unter den sich hierfür Interessierenden im Kgl. Bild- und Filmamt stattfinden.

St.

Röntgentechnische Mitteilungen.

Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen. Bei der Untersuchung der Strahlenzusammensetzung von Lilienfeld-Röntgenröhren gelangen L. Knüpferle und J. E. Lilienfeld (*Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen*, Verl. von Speyer & Kaerner, Freiburg i. B., 1917) zu Ergebnissen, die in vieler Beziehung Neues bieten. Die von den Verfassern benutzte Meßanordnung sucht in ihrem Aufbau alle Fehlerquellen, die gerade bei Messungen an Röntgenstrahlen sehr zahlreich sind und in die Meßresultate die größte Verwirrung bringen,

zu vermeiden. Die größten Fehler bedingt das Auftreten der sekundären und der gestreuten Röntgenstrahlung, die überall dort entstehen, wo primäre Röntgenstrahlen auftreten und die dann in der Meßanordnung mitgemessen werden. Um diese Strahlen möglichst auszuschließen, werden die zu den Absorptionsmessungen nötigen Filter dicht an die Röntgenröhre gesetzt und die zur Messung benutzte Ionisationskammer in so großer Entfernung aufgestellt, daß die (sehr weichen) sekundären und gestreuten Strahlen von der dazwischen liegenden Luftstrecke absorbiert werden. Zwischen Ionisationskammer und Röntgenröhre befindet sich ferner zur Führung des Röntgenstrahles ein langes, mit einer ganzen Reihe von Blenden versehenes Bleirohr, welches alle Streustrahlen auffängt. Vor der in einem Bleikasten aufgestellten Ionisationskammer sind ferner noch zwei enge Bleibenden aufgestellt, die einen ganz schmalen Röntgenstrahl ausblenden und ihn in den Ionisationsmeßraum eintreten lassen. Nur bei dem Auftreffen auf die Wandung am äußeren Ende des Ionisationsraumes ist eine Möglichkeit des Auftretens störender Sekundär- oder Streustrahlen vorhanden, die aber infolge des geringen Querschnittes des auftreffenden Röntgenstrahles zu vernachlässigen sind. Der Ionisationsstrom wird in bekannter Weise mit einem Elektrometer gemessen, und die Geschwindigkeit der Elektrometerbewegung gibt ein Maß für die Intensität der Strahlung. Mit dieser Meßanordnung wurden die Strahlungen einiger Lilienfeldröhren untersucht, und zwar in der Weise, daß in den Strahlengang Aluminiumfilter verschiedener Dicke eingeschaltet wurden und jedes Mal die von den übrigbleibenden Röntgenstrahlen erzeugte Ionisation gemessen wurde. Bei der graphischen Eintragung der erhaltenen Werte erhielt man für eine *homogene* Strahlung dann gerade Linien, wenn man als Abszissen die Dicke des Aluminiumfilters und als Ordinaten die Logarithmen der Intensität aufträgt. Ist die Röntgenstrahlung nicht homogen, so ergeben sich gekrümmte Kurven. Bei dieser Art der graphischen Analyse läßt sich für jeden Fall bestimmen, von welcher Filterdicke an die Strahlung so gut wie homogen wird. Diese Filterdicke wird als Homogenitätspunkt bezeichnet. Aus der Kurve läßt sich ferner ohne weiteres die Härte der Strahlung bestimmen, insofern als die Größe der Neigung der Geraden jenseits des Homogenitätspunktes direkt die Härte anzeigt. Die Kurven ergeben, daß die Strahlung der Lilienfeldröhre schon nach einer Filterung von 1,5 mm Aluminium homogen ist und daß die übrigbleibende Reststrahlung Härtegrade bis zu 12 mm Halbwertschicht aufweist. Es ergibt sich ferner, daß im Homogenitätspunkt noch 70–80 % der ursprünglichen Strahlung vorhanden ist, so daß die Ökonomie der Filterung eine recht gute ist. Die extremharte Röntgenstrahlung der Lilienfeldröhre läßt sich sowohl mit dem Induktor, wie mit dem Gleichrichter erzeugen. — Die weiteren Untersuchungen hatten das neue Ergebnis, daß die Beschaffenheit des Brennflecks auf der Antikathode einen sehr starken Einfluß auf die Härte der Röntgenstrahlung ausübt, und zwar nimmt die Härte zu, wenn der Brennfleck möglichst klein und scharf ist, und die Homogenität wird um so besser, wenn der Brennfleck möglichst homogen mit Kathodenstrahlen belegt ist. Darin liegt eine neue physikalische Erkenntnis, die auch die Tatsache aufklärt, daß bei den gewöhnlichen Röntgenröhren, bei denen auf eine gleichmäßige Belegung des Brennflecks nicht geachtet wird, auch bei Verwendung von stehen-

dem Gleichstrom eine sehr inhomogene Röntgenstrahlung erzeugt wird. — Bei einem Vergleich verschiedener Metalle (Aluminium, Kupfer, Zink) als Filtersubstanz ergab sich, daß sich für eine Strahlenhärte von 7,2 mm Halbwertschicht Filterdicken von 1,5 mm Aluminium, 0,04 mm Kupfer und 0,14 mm Zink entsprechen. Da bei Kupfer und Zink schädliche Eigenstrahlungen auftreten, ist die Filterung mit Aluminium vorzuziehen. — Messungen an der *Coolidge*-röhre hatten das Resultat, daß die von ihr erzeugte Strahlung sehr komplex ist. — Die Lilienfeldröhre gibt nach der Meinung der Verfasser zum ersten Mal die Möglichkeit, in jedem Falle eine praktische therapeutische Anwendung der Röntgenstrahlen mit homogenen Strahlungen von bestimmter und gleichbleibender, aber beliebig einstellbarer Härte und Intensität durchzuführen. Dabei wird unter homogener Strahlung nicht die Strahlung einer einzigen Wellenlänge, sondern eine solche Strahlung verstanden, deren Komponenten so wenig voneinander abweichende Halbwertschichten besitzen, daß der Unterschied der Halbwertschichten dieser Komponenten bei den physiologischen Wirkungen der Strahlen vernachlässigt werden kann. Das kommt physikalisch darauf hinaus, daß diese Strahlung in einem nicht selektiv absorbierenden Medium eine gleiche Schwächung wie eine Strahlung einer einzigen Wellenlänge erfährt, daß sie also exponentiell absorbiert wird. — In einem Anhang wird kurz darauf hingewiesen, wodurch bei der Lilienfeldröhre die Homogenität und die große Härte der Strahlung erreicht ist. Auch die Lilienfeldröhre besitzt nach diesen Ausführungen eine Durchbruchsspannung, nach deren Überwindung bei den alten Röhren sich bei jedem Stoß ein niedriger Spannungswert einstellt. Hier ist aber die Größe der Durchbruchsspannung beliebig einstellbar. Das geschieht dadurch, daß man die Zündentladung, die die für die Hauptentladung nötigen Elektronen schafft, nur dann bestehen läßt, wenn der Scheitelwert der Hochspannung der Hauptentladung an den Klemmen der Röhre liegt. Dadurch werden nur Röntgenstrahlen erzeugt, deren Härte diesem Scheitelwert der Spannung entspricht. Man kann aber auch die Anordnung so treffen, daß nicht nur der Zündgipfel der Hochspannung, sondern auch beliebige Teile von ihr bei der Erzeugung der Röntgenstrahlen zur Wirkung kommen, und kann somit durch einen Griff an der Schaltung des Apparates eine beliebige komplexe Strahlung erzeugen. Die dazu benutzte Schaltung wird kurz beschrieben.

Ergebnisse der Röntgenstrahlenanalyse. Der Glockersche Röntgenstrahlenanalysator besteht bekanntlich aus einer Anordnung von Elementen, die der zu untersuchenden Strahlung ausgesetzt werden, und durch die in ihnen erregte Sekundärstrahlung anzeigen, welche Strahlungsanteile in dem primären Strahlungsgemisch enthalten waren. Es ist so möglich, die Strahlenzusammensetzung unter den verschiedensten Versuchsbedingungen zu prüfen und damit Ergebnisse zu erreichen, die für die praktische Röntgenmeßtechnik grundlegend sind. In der vorliegenden Arbeit (Fortsetzung auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. 1, Heft 6, 1917) teilen R. Glocker und W. Reusch eine Reihe von neuen Versuchen mit und zwar über die Wirkung verschiedener Filter, die Beeinflussung der Strahlung durch Änderung der Betriebsweise, die Prüfung des Bauerqualimeters und die Vergleichung des Absorptionsverhältnisses von Wasser und Aluminium. Über die Wirkung verschiedener Metallfilter auf die

Härtung einer Röntgenstrahlung ist viel gestritten worden. Die einwandfreien Versuche mit dem Analysator zeigen, daß ein Aluminiumfilter von 13 mm Dicke alle Strahlungskomponenten in der gleichen Weise schwächt, wie ein Zinkfilter von $\frac{1}{2}$ mm Dicke. Da das Zinkfilter wegen seiner geringen Dicke bedeutend handlicher ist, ist es dem Aluminiumfilter vorzuziehen. Um die Eigenstrahlung des Zinks, die auf die Haut schädigend wirken könnte, zu beseitigen, wird unter das Zinkfilter bei Tiefenbestrahlungen zweckmäßig ein dünnes Aluminiumblech von 1 mm Dicke gelegt. Ein Zinnfilter (Staniol) hat dagegen durchaus nicht dieselbe Wirkung wie ein Aluminiumfilter. Bei gleicher Anwesenheit harter Strahlen sind bei den staniolgefilterten Strahlen die weichen Strahlen in größerer Intensität vorhanden. Das Studium des Einflusses der Betriebsweise auf die Strahlensammensetzung ist von dem größten Wert, da man so wichtige Hinweise auf Verbesserungen der Apparatur erhalten kann. Verglichen wurde der Betrieb einer Gundelachröhre beim Induktorbetriebe mit Quecksilber- und mit Wehneltunterbrecher. Die Strahlenausbeute war sowohl im harten, wie im weichen Strahlengebiet beim Wehneltbetrieb erheblich größer. Bei Einführung des siedenden Wassers als Kühlmittel für die Antikathode der Röntgenröhre wird der Anteil der harten Strahlen vergrößert. Die Prüfung des allgemein beliebten Bauerqualimeters ergab, daß seine Angaben zu ganz falschen Ergebnissen führen können und daß es besonders im Gebiet sehr harter Strahlen nicht mehr imstande ist, die Härteänderung einer Röhre richtig anzuzeigen. Der Vergleich des Absorptionsverhaltens von Wasser und Aluminium führte endlich zu wichtigen praktischen Ergebnissen. Man hat bisher immer angenommen, daß menschliches Gewebe ebenso wie Wasser die Röntgenstrahlen absorbiert, und daß 1 cm Wasser ebensoviel absorbiert, wie 1 mm Aluminium. Wenn das erste noch richtig zu sein scheint, so ist das zweite im Bereich der sehr durchdringungsfähigen Strahlen nicht gültig. Es zeigt sich vielmehr, daß mit abnehmender Wellenlänge der Strahlen die Durchlässigkeit des Aluminiums stärker zunimmt, als die des Wassers. Gegenüber sehr harter Strahlen absorbiert Aluminium nur etwa viermal so stark wie Wasser, während es nach der obigen Annahme zehnmal so stark absorbieren müßte. In allen röntgenologischen Arbeiten ist daher streng zwischen Aluminiumhalbwert und Wasserhalbwert einer Strahlung zu unterscheiden.

Die Zerstreuung und Absorption der Gammastrahlen. Die gewöhnlich zur Bestimmung des Absorptionskoeffizienten der Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen benutzten Methoden liefern sehr voneinander abweichende Ergebnisse. Das hat nach *M. Ishino* (*Phil. Mag.* Bd. 23, S. 129, 1917) darin seinen Grund, daß der Strahl nicht nur eine Absorption, sondern auch eine Zerstreuung erfährt. Der Intensitätsverlust des primären Strahles ist also die Summe zweier Teile; ein Teil entspricht der wahren Absorption, bei der die Strahlenenergie in eine andere Energieform

übergeführt wird, ein zweiter Teil der Zerstreuung. Bezeichnet man mit μ und σ die Koeffizienten der Absorption und der Zerstreuung, so ist die Intensität J nach dem Durchtritt durch eine Schichtdicke von t cm:

$$J = J_0 e^{-(\mu + \sigma)t}.$$

Bei den gewöhnlichen Messungen hat man einen gewissen Koeffizienten gefunden, der zwischen μ und $\mu + \sigma$ lag und je nach den Versuchsbedingungen verschieden war. Der Verfasser versucht nach einer besonderen Methode μ und σ getrennt voneinander zu bestimmen, und zwar macht er seine Versuche an Aluminium, Blei und Eisen. Als Strahlungsquelle benutzt er ein Radium-Emanations-Präparat, das in einem Glasröhrchen eingeschlossen war und eine Aktivität von etwa 150 Millicuries besaß. Er kommt zu folgenden Versuchsergebnissen: Der Quotient des Zerstreuungskoeffizienten σ in die Dichte ρ , d. h. der Massenzerstreuungskoeffizient ist von der Substanz unabhängig. Bezeichnet man mit N die Moseleyschen Atomzahlen und mit A die Atomgewichte, so besteht die Beziehung:

$$\frac{\sigma}{\rho} : \frac{\sigma}{\rho} \Big|_A = \frac{N}{A} \Big|_A$$

Die Werte von $\frac{\mu}{\rho}$ und $\frac{\sigma}{\rho}$ sind für die drei untersuchten Metalle von etwa der gleichen Größe. Eine Bestimmung der Zerstreuungskoeffizienten der Röntgenstrahlen zeigt, daß er bedeutend kleiner ist, als ihm *Crouther* nach seinen Messungen bestimmte.

Über Glühkathodenröhren (Coolidge-Röhren) und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie. Nach einer Erklärung der physikalischen Grundlagen der Glühkathodenröhren teilt *F. Dessauer* (*Münchener Medizinische Wochenschrift* vom 24. 7. 1917) eine Anzahl von Experimenten mit, die er mit Coolidge-Röhren angestellt hat. Die unabhängige Regulierbarkeit von Strahlenhärte und Strahlenmenge scheint ihm nicht absolut vorhanden zu sein. Grund dafür ist einmal der sog. Raumladungseffekt und zweitens eine fehlerhafte Bauweise des Röntgeninduktors resp. -transformators. Auch ist die Coolidge-Röhre sehr empfindlich gegen verkehrte gerichtete Spannungstöße. Bei nicht ausgiebiger Kühlung der Antikathode können leicht aus der heißgewordenen Antikathode Glühelctronen austreten und den Weg für den verkehrten Stromimpuls frei machen. Im praktischen Betriebe läßt sich daher der Vorschlag, hochgespannten Wechselstrom direkt zu benutzen, nicht durchführen. Für die Praxis bedeutet die Coolidge-Röhre aber in jedem Fall einen wichtigen Fortschritt. Bei einer Stromstärke von 1—8 Milliampère tritt aus einer Coolidge-Röhre bedeutend mehr wirksame Röntgenstrahlung aus, als bei gleicher Stromstärke aus einer gewöhnlichen Röhre. In der Therapie kann man sehr harte Strahlen verwenden und braucht nicht mit Schwankungen der Härte oder Intensität zu rechnen. Bei zweckmäßiger Filtrierung der Strahlung lassen sich härteste Strahlen aussieben.

Paul Ludwig, z. Zt. Kiel.

Berichte gelehrter Gesellschaften

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)
11. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Es werden folgende Arbeiten für die Sitzungsberichte vorgelegt:

1. Von Herrn *C. Engler* (Karlsruhe) eine Arbeit des Herrn *K. Fajans* (München): *Über das Thoriumblei*. Nach der von *Soddy* und dem Verfasser im Jahre 1913 aufgestellten Theorie über das Verhältnis der Radioelemente zum periodischen System müßte in Thoriumerzen ein Element vorzufinden sein, das die chemischen Eigenschaften des Bleies aufweist, aber ein höheres Atomgewicht als dieses besitzt. Während das

Atomgewicht des gewöhnlichen Bleies 207,2 beträgt, sollte nach der Theorie das Atomgewicht jenes durch den Zerfall des Thoriums entstehenden „Thorbleies“ 208,1 betragen. Die Schwierigkeit der Isolierung dieses vorausgesagten Elements liegt darin, daß Thorminerale immer auch gewisse Mengen Uran enthalten. Durch dessen Zerfall entsteht aber das Uranblei, das, wie Atomgewichtsbestimmungen an Blei aus thorfreien Uranmineralien ergeben haben, das Atomgewicht 206,0 besitzt. Deshalb stellt das aus den Thormineralien gewinnbare Blei ein Gemisch von Uranblei dar und das „Atomgewicht“ dieses Gemisches muß zwischen den Atomgewichten der reinen Elemente liegen. — Um ein möglichst reines Thorblei zu gewinnen, muß man Thormineralien benutzen, in denen das Mengenverhältnis Thor/Uran besonders hoch ist. — Der Verfasser hat nun das Blei aus einem norwegischen Thorit isoliert, in dem das Verhältnis Thor/Uran den sehr günstigen Wert 75 aufwies, und die Ermittlung des Atomgewichts durch Professor Dr. O. Högnischmid hat für dieses Blei den höchsten bis jetzt für Blei beobachteten Wert 207,9 ergeben, während auf Grund der Zusammensetzung des Minerals und der bekannten Zerfallgeschwindigkeit des Thors und Urans 208,0 zu erwarten sind. Diese nahe Übereinstimmung bestätigt die Existenz eines Thorbleies mit einem um 208 liegenden Atomgewicht.

2. Von Herrn O. Bütschli eine Arbeit des Herrn H. Merton (im Felde): *Quer- und spiralgestreifte Muskelfasern bei Pulmonaten*. In der Radulastütze aus dem Schlundkopf von Buliminus wurden Bündel von Muskelfasern gefunden, die größtenteils längsgestreift waren. Einzelne sind in einer beschränkten Zone in der Umgebung ihres Kerns, die noch nicht ein Drittel der ganzen Muskelfaser ausmacht, einfach quergestreift. Es handelt sich hier um primitive, aber schon unveränderliche Differenzierungen der kontraktilen Substanz, die auch während der Winterruhe der Schnecken bestehen bleiben. — Die Hauptmasse der Schlundkopfmuskulatur von Buliminus, Helix und Clauccilia besteht aus sog. spiral-, eigentlich schraubenförmig gestreiften Muskelfasern. Die stark färbbaren Spiralbänder und die schwächer färbbaren Zwischenbänder, die in Spiralen die Muskelfaser durchziehen, entstehen größtenteils durch kleine Anschwellungen feinsten Muskelfibrillen, die gleichfalls in Spiralen verlaufen und sich mit den Spiralbändern kreuzen.

In einer quergestreiften Muskelfaser ist jeder „Querstreifen“ nur einmal, in einer spiralgestreiften hingegen das demselben entsprechende Spiralband wiederholt an jeder Muskelfibrille beteiligt. Mit zunehmender Kontraktion der Muskelfaser nehmen die Spiralbänder an Dicke zu und die einzelnen Windungen nähern sich einander derart, daß Querstreifung vorgetauscht wird. Bei einer spiralgestreiften Muskelfaser mit spiralverlaufenden Fibrillen verkürzen sich dieselben sehr viel weniger, um den gleichen Kontraktionszustand zu erreichen, als bei einer quergestreiften Muskelfaser, deren Fibrillen gradlinig in der Hauptrichtung der Muskelfaser verlaufen.

3. Von den Herren Th. Curtius und H. Franzen (Karlsruhe): *Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen*. 10. Mitteilung: *Über die flüchtigen Bestandteile der Edelkastanienblätter*. In dieser Abhandlung zeigen Curtius und Franzen, daß die Bestandteile dieselben sind wie die der Hainbuchenblätter. 1900 Kilogramm Edelkastanienblätter wurden verarbeitet. Unter den aufgefundenen Aldehyden ist auch hier wieder der Pflanzenaldehyd, a, b-Hexylenaldehyd, in weitaus größter Menge vorhanden. Die weiteren Arbeiten sind durch den Krieg sehr behindert. Die Untersuchung des Destillates der Blätter der Traubeneiche, das bereits in die drei Anteile: Säuren, Aldehyde, Alkohole zerlegt wurde, läßt erkennen, daß auch die grünen Blätter dieser Pflanze die gleichen flüchtigen Bestandteile liefern.

4. Von Herrn Th. Curtius eine Arbeit des Herrn E. Müller (Heidelberg): *Versuche über die Stickoxydbildung aus Luft im zerblasenen Hochspannungslichtbogen*. Nach dem Verfahren von Birkeland und Eyde zur Oxydation des Stickstoffes der Luft im elektrischen Hochspannungsbogen wird der zwischen zwei Elektroden brennende Wechselstrom-Lichtbogen mittels eines Elektromagneten zu einer Flammenscheibe ausbreitet. Die zu verbrennende Luft wird in den Ofenraum, der die oben erwähnte Flammenscheibe einschließt, geblasen. Zur Erregung der Elektromagnete wird große elektrische Energie verbraucht, welche der Stickstoff-Verbrennung verloren geht. Der Verfasser beabsichtigte diese Energie der eigentlichen Stickstoffoxydation nutzbar zu machen. Nach seinem Verfahren wird der elektrische Hochspannungslichtbogen mittels zweier aufeinander prallender Luftströme zu einer Flammengarbe auseinander geblasen. Die der Luftzuführung dienenden Düsen sind, an Stelle der Pole des Elektromagneten bei Birkeland und Eyde, coaxial angeordnet und stehen senkrecht zwischen den beiden Elektroden. Die Ausbeuten an Stickoxyd bzw. Salpetersäure pro Kilowattstunde übertreffen zwar die seither technisch erzielten, aber der praktischen Ausnutzung des Verfahrens steht, die geringe Konzentration der Gase an Stickoxyd, welche dessen Absorption sehr erschwert, hemmend entgegen.

Es folgen einige geschäftliche Verhandlungen.

1. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Vorgelegt wurde eine wissenschaftliche Untersuchung von Herrn P. Lenard: *Über Ausleuchtung und Tilgung der Phosphore durch Licht*. Teil III: Spektrale Ausleuchtungs- und Tilgungsverteilungen; Einzelverhalten der Banden; Mechanismus der Ausleuchtung und Tilgung. Diese Arbeit bildet die Fortsetzung der früher vorgelegten Teile I und II und untersucht den Einfluß der Temperatur und der Dielektrizitäts-Konstante des Phosphors auf die Ausleuchtung und Tilgung seiner Emissions-Banden. Es werden die spektralen Verteilungen dieser Vorgänge untersucht und graphisch dargestellt, wobei sich durchgehende Analogie mit den Erregungsverteilungen zeigt. Mittelst allgemeiner Schlüsse aus den Einzelbeobachtungen werden Vorstellungen über den Mechanismus der Ausleuchtung, der langwelligen und der kurzwelligen Tilgung entwickelt.

Hierauf erledigt die Klasse einige geschäftliche Angelegenheiten und bewilligt Unterstützungen wissenschaftlicher Unternehmungen im Betrage von 1173 M.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

6. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das k. M. Prof. J. Herzig übersendet eine Arbeit von Dr. Julius Zellner: *Zur Chemie der höheren Pilze*. XIII. Abhandlung. *Über Scleroderma vulgare Fr. und Polysaccum crassipes DC.* Gruppe Gasteromyceten. In der erstgenannten Art wurden Fett, Lecithin, ein Gemisch von Körpern der Ergosterin-Gruppe, ein Harz, Fumarsäure, ein Stoff basischer Natur, Cholin, Traubenzucker, Mannit, sowie ein dem Boudterschen Viscosin ähnliches oder mit ihm identisches Kohlehydrat, das bei der Hydrolyse Mannose liefert, endlich ein phlobaphenartiger Körper nachgewiesen.

In *Polysaccum crassipes* wurde gefunden: Fett, ein Gemisch von Ergosterinen, Harz, Cholin, Traubenzucker, weder Mykose noch Mannit; ferner in reichlicher Menge ein brauner, amorpher Farbstoff, der etwas genauer studiert wurde. Endlich wurde noch ein dem Viscosin ähnliches Kohlehydrat konstatiert.

Dr. R. Wagner überreicht eine Arbeit mit dem Titel: *Die B_p-Fächelzweige des Scolosanthus grandifolius Kr. et Urb. Rubiaceenstrauch aus Portorico*. Urban faßte 1917 den Aufbau als monopodial auf, während Verfasser auf Grund umfangreicher Studien innerhalb der so vielgestaltigen Familie — einer der größten des Pflanzenreiches — zu einem entgegengesetzten Resultat gelangt. Die in eigentümlicher Weise verdornten Blütenstände sind demnach terminal, die Zweige stellen Sympodien dar, und zwar die theoretisch einfachste Form des Fächelsympodiums, das aus b_p entwickelte; eine wohl bemerkenswerte Ergänzung zu den im Vorjahre vorgelegten b_a -Sympodien in der Acanthaceengattung *Crossandra Salisb.*

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Arbeiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor:

1. *Zur Kenntnis der Folgereaktionen. Nr. 4. Das Konstantenverhältnis bei der sauren Verseifung der Oxal- und Malonsäureester*, von A. Skrabal und D. Mrazek. Das Konstantenverhältnis der stufenweisen sauren Verseifung des Dimethyloxalats wurde durch Ermittlung des laufenden Säuretiters und der Konzentration des Neutralesters gleich 2 : 1 gefunden. Das Konstantenverhältnis 2 : 1 gilt auch für die saure Verseifung der Malonsäureester.

2. *Zur Kenntnis der Folgereaktionen. Nr. 5. Die Dynamik des Oxalsäureestergleichgewichtes*, von A. Skrabal und D. Mrazek. Wenn bei Folgereaktionen erster Ordnung mit einer Zwischenstufe und Gegenwir-

kung das Konstantenverhältnis der Stufenfolge für die beiden gegenläufigen Reaktionen 2 : 1 ist, so verhält sich die Folgereaktion bezüglich des Gesamtumsatzes wie eine einfache Reaktion mit Gegenwirkung. Dieser Fall ist bei der Veresterung der Oxalsäure und der sauren Verseifung ihrer Ester verwirklicht. Die Menge der Estersäure ist immer doppelt so groß als das geometrische Mittel aus Neutralester und Oxalsäure.

3. *Über das Konstantenverhältnis bei der Bildung und Verseifung symmetrischer Carbonsäurediester*, von A. Skrabal. Die Veresterung einer Dicarbonsäure, welche nur eine Estersäure zu bilden vermag, und die Verseifung ihres Neutralesters führt zu einem Gleichgewicht zwischen Neutralester, Estersäure und Dicarbonsäure, dessen Konstante K mit den Konstantenverhältnissen n und n' der Stufenverseifung und Stufenveresterung in der Beziehung $nn' = K$ steht. Aus der Unabhängigkeit des K von der Temperatur, der Parameterregel und der Tatsache, daß K in der Regel den Wert 4 hat, folgt für die beiden Stufenfolgen das vereinfachende Konstantenverhältnis $n = n' = 2$. Das Konstantenverhältnis für die alkalische Verseifung eines symmetrischen Dicarbonsäureesters ist notwendig ein anderes als für die saure. Bei den Estern symmetrischer zweisäuriger Alkohole ist das Konstantenverhältnis für die alkalische Verseifung das gleiche wie für die saure. Ähnliche Überlegungen gelten für die der Verseifung und Veresterung analoge „Umesterung“ eines symmetrischen Diesters.

Zeitschriftenschan (Selbstanzeigen).

Zeitschrift für angewandte Entomologie;

Band 4, Heft 1, 1918.

Der Kampf gegen Maikäfer und Engerling mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt; von Kurt Loos. Die ungeheuren Verluste durch die in manchen Gegenden massenhaft auftretenden Maikäfer und Engerlinge vermag die Vogelwelt allein nicht zu beiseitigen. Der Mensch muß hier vor allem regulierend eingreifen und ist mit Hilfe des Staates wohl in der Lage, den Normalzustand herbeizuführen. Dann erst vermag die Vogelwelt als wichtiger Faktor zur Erhaltung des Gleichgewichtes im Haushalte der Natur ihre bedeutsame Stelle zu behaupten.

Die Getreideblumenfliege, Hylemyia corctata Fall. Diesjährige Beobachtungen in Pommern; von R. Kleine. Die wesentlichsten Erfahrungen, die ich in meiner früheren Arbeit niedergelegt habe, sind auch von schwedischen Forschern bestätigt. Die Möglichkeit, „daß Sommersaaten befallen werden können, ist bewiesen. Es kommt auf die Feuchtigkeit im Herbst und Erwärmung des Bodens im Frühjahr an. Nur in ganz extremen Fällen kann sie als der Befall der Sommersaaten eintreten. Die Erdfrüchte haben nur insofern eine Bedeutung, als sie das Feld später oder früher räumen, um der Fliege Gelegenheit zu geben, die Eier noch in den Boden zu bringen. Totale Unkenntnis und Indolenz in vielen Kreisen der Landwirte vergrößert die Gefahr.

Die Temperaturverhältnisse im Bienenstock während des Winters; von Enoch Zander. Verfasser behandelt die großen Wärmeunterschiede in verschiedenen Stockformen. Er stellt fest, daß in niedrigen Kästen die Temperatur im Wintersitz der Bienen um mehr als 10° höher liegt als in hohen schmalen Kästen und mindestens 4 Wochen früher die Sommerhöhe von +34° C erreicht. Der Grund liegt in der durch die Längswabenstellung begünstigten besseren Lufterneuerung, welche dem großen Luftbedürfnis der Bienen mehr entspricht.

Über die Züchtung phyllowerafester Reben, zweite Mitteilung; von Methodi Popoff und Dimitir Joakimoff.

Die Beziehungen der Ameisen zum Menschen und ihre wirtschaftliche Bedeutung; von H. Stitz. Die Arbeit behandelt den genannten Gegenstand auf Grund der Fachliteratur, zahlreicher ökonomischer Zeitschriften des In- und Auslandes sowie von älteren und neueren Werken geographischen Inhalts nach den verschiedensten Gesichtspunkten, wobei die Ameisenformen wärmerer Gebiete bei deren Reichtum an solchen naturgemäß in den Vordergrund treten. Der Schlußteil enthält die verschiedenen Bekämpfungsmethoden gegen schädlich auftretende Ameisen.

Blausäure im Kampf gegen die Mehlmotte (Ephestia kühniella Zell.); von Hans Walter Frickhinger. Von allen Mehlschädlingen ist die Mehlmotte, ein Kleinschmetterling aus der Familie der Zünsler (Pyraliden) der gefährlichste. Seine Vernichtung erscheint deshalb in den harten Zeiten des Krieges besonders dringlich. Es wird in der vorliegenden Arbeit die durchschlagende Methode der Mühlenräucherung mittels Blausäure beschrieben, wie sie in Amerika schon seit Jahrzehnten allgemein in Anwendung steht, bei uns aber erst im Frühjahr dieses Jahres an einer bayerischen Mühle zur erstmaligen Ausführung kam. Der Versuch, der von der „Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt“ in Frankfurt a. M. unternommen wurde, und dessen wissenschaftliche Nachprüfung dem Verfasser oblag, wird ausführlich abgehandelt und ihre Entwicklungsmöglichkeit eingehend gewürdigt.

Band 4, Heft 2, 1918.

Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten; von L. Reh. Es wird bei Betrachtung vorliegender Frage nicht genügend unterschieden zwischen Verschleppung, d. h. Transportierung von Tieren, Einschleppung in ein fremdes Land und Einbürgerung in dieses. Ihre Wirkung nimmt in dieser Reihenfolge stark ab. Insbesondere steht die Zahl der endgültigen Einbürgerungen in keinem Verhältnis zu den zahllosen Möglichkeiten der Verschleppung durch Handel und Verkehr und auch nicht zu der Zahl der tatsächlich erfolgenden, aber

nicht zur Ansiedelung führenden Einschleppungen. So ist es sehr fraglich, ob der ungeheure Gesetzes-Apparat, der zur Verhinderung der Einbürgerung aufgebaut ist, durch die Tatsachen gerechtfertigt ist. Zur endgültigen Entscheidung sind aber noch zahlreiche Untersuchungen, besonders auf Grund der schärfer gefaßten Begriffe nötig.

Über die Gallmilbe, Oxypleurites carinatus Nal., ihren Schaden und ihre Bekämpfung; von K. H. C. Jordan. In vorliegender Arbeit wird kurz die Entwicklung und Lebensweise dieses Schädling der Roßkastanie geschildert. Besonders bemerkenswert ist die Überwinterung dieser Tiere, die in einem bisher noch nicht beschriebenen Ruhestadium vor sich geht. Der Schaden an den Bäumen beruht in vorzeitigem Blattfall (Ende Juni) und bei jahrelanger Einwirkung im Tod der Bäume. (Beobachtet an Bäumen im Alter von 80—100 Jahren.) Des Weiteren geht Verfasser auf die natürlichen Feinde (Gamasiden und Pilzkrankungen) ein. Gute Resultate in der Bekämpfung wurden mit einer Tabak-Schmierseifenbrühe durch Bespritzen erzielt.

Wichtige Fragen der Bienenzüchtung; von Th. Roemer. Die Regulierung der Begattung der Bienenköniginnen ist anzustreben sowohl im Interesse der praktischen Züchtung leistungsfähigster Völker, als im Interesse wissenschaftlicher Vererbungsforschung, für die *Apis mellifica* sich ganz besonders eignet, da alle Männchen haploide Individuen, also personifizierte Gameten der Mutter sind. Fingerzeige betreffs Ausführung zielbewußter Paarung werden gegeben.

Das Massenaufreten des Rebsteckers (Byctiscus betulae L.) in der Rheinpfalz im Frühjahr 1917; von F. Stellwaag. In einem großen Teil des pfälzischen Weinbaugebietes wurden von dem Käfer schwere Schädigungen verursacht. Leider konnte die Bekämpfung nicht in allen Gemarkungen durchgeführt werden. Wo sie zustande kam, wurden große Mengen von Käfern abgelesen. Eine kleine Gemeinde sammelte allein über 50 000 Stück.

Cyanwasserstoff gegen die Traubenwickler; von F. Stellwaag. Während in Amerika schon lange die Blausäure zur Bekämpfung landwirtschaftlicher Schädlinge benutzt wird, vermied man in Deutschland bisher die Anwendung dieses Mittels. Von der K. Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau gegen die Traubenwickler angestellte Untersuchungen zeigten, daß es möglich ist, das Gas gegen den gefährlichen Heu- und Sauerwurm zu verwenden, ohne daß die Rebe leidet, wenn die Vergasung statt im Sommer zur Zeit der Vegetationsruhe stattfindet. Bei den verschiedenen Versuchen wurden sämtliche Puppen abgetötet.

Die Bekämpfung der Wachsmotte (Galleria mellonella) durch Blausäure; von Ernst Teichmann. Bericht über die erfolgreiche Verwendung von Cyanwasserstoff (Blausäuregas) gegen die Wachsmotte, durch deren Larven das Wachs in Bienenstöcken völlig unbrauchbar gemacht wird. Es gelang mit dem kurz gekennzeichneten Verfahren nicht nur die Schmetterlinge und Raupen, sondern auch die Eier zu vernichten.

Die Sommerbekämpfung der Stechmücken; von E. Bresslau und Fr. Glaser. Kurze Übersicht über die derzeit besten Maßnahmen zur Sommerbekämpfung der Stechmücken, die von den Verfassern in militärischem Auftrage bei Straßburg zur Durchführung gebracht wurden. Zur Abtötung der Schnakenbrut in nicht verunreinigten Gewässern wurde Floria-Larviol, in verunreinigten Gewässern Schnaken-Saprol verwandt. Verfasser lenken zugleich die Aufmerksamkeit auf die bisher bei der Sommerbekämpfung nicht berücksichtigten Ansammlungen von Stechmücken-Imagines in Viehställen. Besonders *Anopheles maculipennis* und *bifurcatus* treten hier oft in ungeheuren Mengen auf, indem sie sich besonders an den trockenen Plätzen, vor-

zugsweise an Spinnweben niederlassen. Sie können hier durch Bespritzen mit 5—10 % Insektizidlösung leicht vernichtet werden.

Über die Bekämpfung der Bettwanzen (Cimex lectularius L.) mittels Cyanwasserstoff (Blausäure); von A. Hase. Es wird über Versuche berichtet, die im Sommer 1917 durchgeführt wurden, und zwar handelte es sich um die Entwanzung von größeren Räumlichkeiten verschiedener Bauart. Einmal um Holzbaracken, dann um freistehende Steinhäuser (Arbeiterhäuser) und drittens um große durchgehende Etagen in dreistöckigen Mietskasernen. Die zu durchgasenden Räume umfaßten von 140—450 cbm Inhalt. Trotz großer äußerer Schwierigkeiten war der Erfolg ausgezeichnet und technisch immer durchführbar. Eingehend wird über das Material und die Ausrüstung, die Konzentration (1 Vol. %) und die Wirkungszeit (20—24 Stunden), die Abdichtung, die Entlüftung und die Sicherheitsmaßnahmen gesprochen. Vier Figuren geben einen Teil der durchgasten Baulichkeiten wieder. Zu bemerken ist noch, daß im ganzen fast 100 Räume durchgast wurden und daß bei keinem der Versuche irgend welche gesundheitlichen Nachteile beobachtet wurden beim späteren Beziehen.

Blausäureräucherung im Dienste der Mehlschädlingbekämpfung. II. Aufsatz. Bericht über eine vereinfachte Methode der Mühlenräucherung; von Hans Walter Frickhinger. In Ergänzung des ersten Aufsatzes wird eine vereinfachte Methode der Blausäureräucherung beschrieben, die sogenannte *Bottichmethode*. Die Gasentwicklung geschieht hier in einfachen Maurerbottichen, die an jedem Ort leicht beschafft werden können. Die Gasentwicklung ist dadurch vor allem nicht an einen eigenen Gasentwicklungsapparat gebunden, dessen Verfrachtung von einer Mühlendurchgasung zur anderen jetzt in der Kriegszeit größeren Schwierigkeiten begegnet war. Die Bottiche können an beliebigen Orten der Mühle, je nach Gutdünken des Durchgasungsleiters, Aufstellung finden. Auch die Erfolge bei dieser Methode der Blausäureräucherung sind durchschlagende, als Beispiel wird die Durchgasung der Schuchbaurschen Kunstmühle in Schwabmünchen (Bayer. Regierungsbezirk Schwaben und Neuburg) beschrieben.

Zur Biologie der Getreideblumenfliege (Hylemya coarctata Fall.); von E. Molz. Es wird auf die Übereinstimmung in den von Hedlund in Schweden gemachten Beobachtungen mit denen von dem Autor in Deutschland über die Lebensweise der Getreideblumenfliege in der „Deutschen Landwirtschaftlichen Presse“, 1916, S. 331 niedergelegten Erfahrungsstatsachen hingewiesen. Zur Eiablage liebt die Fliege den frisch gepflügten oder sonstwie gelockerten Boden. Wir haben auch in Deutschland nur eine Generation. Zur Bekämpfung werden folgende Maßnahmen empfohlen: „Es ist in Gegenden, die stark unter der Getreideblumenfliege zu leiden haben, zu vermeiden, Weizen und Roggen nach Frühkartoffeln oder nach Spätkartoffeln, die vor September gerodet wurden, oder nach irgend einer anderen Vorfrucht anzubauen, nach der das Feld vor September geschält wurde. Die Einsaat ist unter Anwendung von Druckrollen vorzunehmen.“

Die Winterbekämpfung der Stechmücken; von E. Bresslau. Verfasser wendet sich gegen den Vorschlag E. Teichmanns in der „Münch. Med. Wochenschr.“ 1917, S. 1041, zur Winterbekämpfung der Stechmücken die Blausäureräucherungsmethode anzuwenden. Nach den Erfahrungen des Verfassers genügt das in und um Straßburg während des Krieges in großem Maßstabe erprobte Verfahren des Abspritzens der mit überwinterten Stechmückenweibchen besetzten Räume mit Insektizidlösung allen Anforderungen der Praxis und hat vor der HCN-Methode den Vorzug rascher und billiger zu arbeiten und überdies gänzlich ungefährlich zu sein.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 29.

19. Juli 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Submikroskopische Experimentalphysik. Von Dr. *D. Konstantinowsky*, Wien. S. 429.

Das Fünftagefieber (Febris wolhynica), eine neu entdeckte Kriegskrankheit. Von Dr. *W. Thörner*, Bonn. S. 435.

Besprechungen:

Roland, J., Unsere Lebensmittel. Von *R. W. Seuffert*, Berlin. S. 437.

Engelbrecht, Th. H., Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien. Von *Max Friederichsen*, Königsberg i. Pr. S. 438.

Chemische Mitteilungen: Ueber die Harzgewinnung in Oesterreich-Ungarn. Glasartiges

Porzellan. Die englische Schieferöl-Industrie. Welterzeugung und -verbrauch von Kautschuk. Amerikas Bestrebungen zur Schaffung einer Kaliindustrie. Ueber die Reindarstellung von Stickstoff durch Zersetzung von Aziden im Hochvakuum. S. 438–441.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Königliche Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam. S. 441.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; 1917, Bd. 35, H. 7, 8 und 9. S. 443.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Von

Dr. **W. Ahrens** in Rostock

Mit 51 Textfiguren

Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G. m. b. H. CÖLN a. Rh.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden

Handbuch

der

Radium-Biologie und Therapie

einschließlich der anderen

Radioaktiven Elemente

Ein Handbuch für Ärzte und Biologen

unter Mitwirkung von

Prof. Dr. E. F. Bashford-London, Prof. Dr. Jean Becquerel-Paris, Prof. Dr. Paul Becquerel-Paris, Prof. Dr. A. Bickel-Berlin, Geh. Rat Prof. Dr. Brieger-Berlin, Dr. Caan-Heidelberg, Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. Czerny-Heidelberg, Dr. F. Dautwitz-Joachimstal, Prof. Dr. Degrais-Paris, Dozent Dr. Falta-Wien, Oberarzt Dr. Fürstenberg-Berlin, Geh. Rat Prof. Dr. Greeff-Berlin, Prof. Dr. O. Hahn-Berlin, Geh. Rat Prof. Dr. O. Hertwig-Berlin, Prof. Dr. C. Kaiserling-Berlin, Geh. Rat Prof. Dr. Fr. Kraus-Berlin, Prof. Dr. A. Laborde-Paris, Prof. Dr. P. Lazarus-Berlin, Prof. Dr. H. Mache-Wien, Dr. L. Matout-Paris, Prof. Dr. St. Meyer-Wien, Prof. Dr. C. Neuberg-Berlin, Hofrat Prof. Dr. v. Noorden-Frankfurt a. M., Geh. Rat Prof. Dr. Pfeiffer-Breslau, Oberarzt Dr. Plesch-Berlin, Dozent Dr. Prausnitz-Breslau, Prof. Dr. E. Schiff-Wien, Prof. Dr. E. Sommer, Zürich, Prof. Dr. J. Strasburger-Breslau, Dr. Szilard-Paris, Prof. Dr. Wickham-Paris

herausgegeben von

Prof. Dr. **Paul Lazarus** in Berlin

Mit 153 Abbildungen und 2 Tafeln — 1913 — Preis geheftet M. 22.65

Teuerungszuschlag 25 %

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

19. Juli 1918.

Heft 29.

Submikroskopische Experimentalphysik.

(Bericht über die Ehrenhaften Arbeiten aus der Physik des Millionstel-Zentimeters¹⁾.)

Von Dr. D. Konstantinowsky, Wien.

I. Einleitung.

§ 1. Atomistische Struktur der Materie. —

Jeder feste Körper läßt sich bis zu einer gewissen Kleinheit leicht in Stücke teilen; von da ab setzt er seiner weiteren Zerteilung einen immer größer werdenden Widerstand entgegen. Wie weit sich diese Zerbröckelung überhaupt führen läßt, hängt von der Geschicklichkeit des Menschen und vom Werkzeuge, das ihm zur Verfügung steht, ab. Die immer größer werdenden Schwierigkeiten bei der weitergehenden Zerkleinerung der Materie mögen es vielleicht gewesen sein, welche im Menschen die Vorstellung einer Grenze für diese Zerteilbarkeit geschaffen haben: das Bild des aus kleinsten, nicht mehr teilbaren Stücken zusammengesetzten Körpers, das Bild der materiellen Atomistik.

Die philosophische Vorstellung selbst ist sehr alt und geht auf den griechischen Denker Demokrit zurück; die erste nutzbare Verwertung erfuhr sie jedoch erst in ihrer Anwendung auf die Konstitution der Gase durch die Avogadrosche Hypothese, welche auf Grund der Gasgesetze die Behauptung aufstellte, daß die gleichen Volumina aller (sogenannten idealen) Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur aus gleichvielen solcher kleinsten Teilchen zusammengesetzt seien²⁾.

§ 2. Die chemische Atomistik. — Füge die Chemie noch den Zusatz hinzu, daß die kleinsten Teilchen eines und desselben chemisch homogenen Stoffes gleich groß oder im Mittel gleich groß wären, so konnte man merkwürdige Zusammenhänge leicht und einfach erklären, die zwischen den Gewichten der an einer chemischen Verbindung teilnehmenden Stoffe aufgefunden worden waren.

Man stellte sich bekanntlich vor, daß eine chemische Verbindung zweier Körper *A* und *B* zu einem dritten *C* dadurch vor sich geht, daß sich ganz bestimmte Anzahlen ihrer kleinsten Teilchen zu neuen Bausteinen der Materie aneinanderlagern, z. B. daß sich je ein kleinstes Teilchen *A* mit einem kleinsten Teilchen *B* bindet

und diese Verbindung der Baustein ist, aus welchem der Körper *C* zusammengefügt ist, oder aber, daß sich z. B. an je ein Teilchen *A* zwei oder in einem anderen Falle drei Teilchen *B* anlagern und so einen Stoff *C*_{II}, *C*_{III} bilden. An den verschiedenen chemischen Verbindungen müßten nach dieser Anschauung ebensoviele (doppelt oder dreimal so viele) kleinste Teilchen des Stoffes *B* als des Stoffes *A* mitwirkend gewesen sein. Die Gewichtsmengen irgendeines Stoffes, welche mit einer gleichen Menge eines anderen Stoffes mehrere verschiedene chemische Verbindungen eingehen, müßten sich wie im angeführten Beispiele die Anzahlen der an der Bildung eines Einzelbausteines *C*_I, *C*_{II} oder *C*_{III} beteiligten Bausteine des Stoffes *B*, d. h. wie einfache ganze Zahlen verhalten. Ein solches Gesetz — das Gesetz der multiplen Proportionen — konnte nun tatsächlich in jahrzehntelanger Erfahrung bestätigt werden; es bildet eine der sichersten Stützen der auseinandergesetzten Anschauung vom Aufbau der Materie, der Atomistik.

Die konsequente Fortführung dieses Bildes auf den Vergleich der Verbindungsgewichte verschiedener Körper untereinander führte zu den für die verschiedenen Stoffe charakteristischen Äquivalentgewichten und in Anwendung auf die chemisch nicht mehr zerlegbaren Stoffe auf die Atom- und Molekulargewichte sowie auf die klassische Lehre von den chemischen Valenzen. In komprimierter Form bedient sich der Chemiker in seinen Formeln und Reaktionsgleichungen durch Jahrzehnte täglich dieser Erfahrungstatsache, ohne daß sie ihn je im Stiche gelassen hätte, so daß er niemals Grund hatte, von der ihr zugrundegelegten Anschauung über die Konstitution der Materie abzugehen.

§ 3. Kinetische Gastheorie. — Die Vorstellung von der Existenz kleinster Materieteilchen, die Atomistik der Materie, besitzt weitere Stützen in den einfachen Bildern über die (uns unbekannten) Bewegungszustände der Bausteine, als deren Gesamtwirkung (uns bekannte) beobachtbare Vorgänge (Druck-, Temperatur- und Volumsänderung der Gase, die Reibung, Wärmeleitung, Diffusion derselben, die Löslichkeit, Verdampfung von Körpern usw.) dargestellt werden. Vermag doch ein Großteil der Vorstellungen namentlich jene über die Gase die Zustände der Körper nicht nur qualitativ, sondern auch zahlenmäßig mit dem Experimente in Übereinstimmung wiederzugeben. Die Durchrechnung führte zum Teil zu neuen, in der Physik und vielleicht in den gesamten zahlenmäßig beschreibenden Naturwissenschaften bis dahin unbekannten Größenordnungsbegriffen, so

¹⁾ Literaturangaben (kapitelweise geordnet) am Schlusse des Berichtes.

²⁾ Die Zahl der in einem cm³ enthaltenen Teilchen wird nach dem Physiker Loschmidt, der den ersten Weg zu ihrer Bestimmung wies, Loschmidtsche Zahl genannt.

daß es verständlich wird, warum wir gezwungen sind, die Durchschnittseigenschaften der Einzelmoleküle solchen Bildern zu entlehnen. Erscheint doch nach dem heutigen Stande der Mikroskopiertechnik der Gedanke ganz aussichtslos, daß es uns gelingen sollte, diese Materieteilchen von der Größenordnung 10^{-8} cm, die wir etwa noch 10 000 mal kleiner als die roten Blutkörperchen zu erwarten hätten, jemals einzeln und direkt wahrzunehmen. Die Größenordnung der in einem cm^3 herumschwirrenden Anzahl von Bausteinen ist den bis dahin in den Naturwissenschaften vorkommenden Zahlbegriffen derart entückt, daß es schwer fällt, Vergleiche mit geläufigen Zahlenvorstellungen zu ziehen. Die Gesamtzahl der Menschen, die unsere Erde schätzungsweise bewohnen, ist verschwindend klein dagegen; selbst die Gesamtzahl aller Menschen, die seit den ältesten historischen Zeiten unsere Erde bevölkerten, kann davon noch keinen annähernden Begriff abgeben. Erst wenn wir uns vorstellen, daß jeder der Erdenbewohner seit den ältesten Überlieferungen der Stammvater einer neuen Erde geworden wäre, die das gleiche Werden und Vergehen der Menschheit wie unsere Erde hinter sich hätte, so wird durch die Zahl der — lebenden und gestorbenen — Bewohner all dieser Erden ein mit der Molekülzahl in einem cm^3 eines Gases, der Loschmidtschen Zahl, vergleichbarer Begriff ausgedrückt. Um mit den experimentellen Tatsachen in Einklang zu kommen, müssen wir bekanntlich schließen, daß sich jedes dieser Moleküle bei Zimmertemperatur mit einer in der Mechanik der irdischen Körper selten großen Geschwindigkeit, z. B. ein Sauerstoffmolekül im Mittel mit der eines Infanteriegewehrsgeschosses beim Verlassen des Laufes fortbewegt. Daß das „abgefeuerte“ Molekül in dem Haufen von zahllosen Brüdern trotz seiner Geschwindigkeit nicht weit kommt, entnimmt man daraus, daß es der Rechnung nach in der Sekunde durchschnittlich $4 \cdot 10^9$ Zusammenstöße mitmacht. Auch davon ist es schwer, sich eine Vorstellung zu bilden: man müßte etwa jedem der — bereits gestorbenen oder noch lebenden — Siedler unserer Erde mit einem Maschinengewehr und Molekülmunition aus einer anderen Richtung auf unser Molekül schießend denken, damit ein ähnliches Bombardement von Zusammenstößen hervorgerufen wird. Auf solche Zahlen konnten wir nicht im direkten Experimente, in der messenden Verfolgung des Einzelteilchens stoßen; wir sind vielmehr gezwungen, die Durchschnittseigenschaften der Moleküle in den erwähnten Bildern einer Extrapolation zu entlehnen, welche im physikalischen Verhalten beobachtbar großer Körper die Gesamtwirkung der angeführten enorm großen Zahl von viel kleineren, bloß vorstellbaren Molekülen sieht. Immerhin werden unsere Schlüsse durch das Experiment um so fester gestützt werden, je weniger das tatsächlich durchführbare Experiment der zu erforschenden molekularen Größenordnung entrückt

wird, d. h. je kleiner der Körper ist, an dem wir unsere Messungen vornehmen. Von diesem Standpunkte aus dürfen Versuche ein besonderes Interesse beanspruchen, welche das physikalische Verhalten einzelner, möglichst kleiner, aber doch noch beobachtbarer Körperchen zu enthüllen vermögen, da sich an ihnen aller Voraussicht nach die ersten Ansätze der typischen Eigenschaften der uns nicht direkt zugänglichen Molekülgröße ausprägen müßten.

Noch interessanter und aussichtsreicher verspricht im Hinblick auf die gegenwärtig geltenden Bilder die Untersuchung der elektrischen Eigenschaften kleiner Körper zu sein.

§ 4. Die Atomistik der Elektrizität. — Die Erfolge der Atomistik der Materie sind an den experimentell beobachtbaren Eigenschaften, den Zuständen der Materie und ihrer bildlichen Darstellung durch die Theorien nicht spurlos vorübergegangen und es wurde bekanntlich des öfteren versucht, den Gedanken der Atomistik auch auf den Magnetismus (*Ampère, P. Weiß, A. Einstein*), die Elektrizität (*G. J. Stoney, Helmholtz, A. H. Lorentz*) und die strahlende Energie (*M. Planck*) zu übertragen. Man glaubte den vorhandenen experimentellen Ergebnissen aus der Beobachtung relativ großer Körper am besten gerecht zu werden, indem man die Elektrizität nicht mehr als eine Zustandsform der Materie auffaßte, also ihre Existenz insbesondere nicht an das Vorhandensein von materiellen Atomen knüpfte, sondern auf alte Vorstellungen zurückgriff und in der negativen Elektrizität einen Stoff von besonders geringer Dichte sah, der nun freilich — und darin besteht der Gegensatz zu älteren Auffassungen — von atomistischer Struktur sein sollte.

Berührt man beispielsweise mit einer isolierten Metallkugel von der Größe eines Billardballes zuerst den positiven und dann den negativen Pol einer Gleichstromlichtleitung, so müßte nach diesen Vorstellungen die kleine Kugel im Augenblicke der Berührung mit dem negativen Pole eine Zahl von Elektronen — so wurden die Atome der Elektrizität benannt — aufgesaugt haben, die etwa wieder mit der der Bewohner unserer Erde in Vergleich gebracht werden könnte. Hätten wir umgekehrt zuerst den negativen und nachher den positiven Pol berührt, so wären ebensoviele Elektronen von der Kugel zur Klemme geströmt und die Kugel wäre dann „positiv geladen“ gewesen. Der positive Ladungszustand soll also gewissermaßen der Zustand eines Mangels an Elektronen sein.

Wenn nun die Kugel bei der Berührung mit dem positiven Pole Elektronen abgeben sollte, so müßten sie auf ihr gewissermaßen bereitgestellt gewesen sein. In der Tat nimmt man an, daß die chemischen Atome, die man bis dahin als die kleinsten Teilchen angesehen hatte, noch weiter teilbar sein sollten; solche Bruchstücke wären die Elektronen, so daß die Materie letzten Endes aus Elektrizität zusammengesetzt sein soll.

Die *Ladungen* der Körper erklärte man sich, indem man annahm, daß eine gewisse Anzahl dieser „negativ“ geladenen Elektrizitätsatome zum *Aufbau*, zum Bestand der materiellen Atome eines Körpers gehörten. Vereinigen diese *mehr* als die ihnen zugehörige Anzahl in sich, dann sprechen wir dem Körper eine negative *Ladung* zu. Als Bild eines positiv geladenen Körpers hätte man entsprechend Atome oder Atomhaufen zu denken, welchen eines oder mehrere der zu ihrem Bestande gehörigen Elektronen fehlen.

Die Masse eines Elektrizitätsatoms wurde 1800-mal kleiner als die der kleinsten materiellen Atome, der Wasserstoffatome, geschätzt und folglich 10^{10} mal kleiner als der Materiebruchteil, den die feinsten analytischen Wagen noch nachzuweisen gestatten. Unsere empfindlichsten Quadrantenelektrometer sind kaum imstande, das Vorhandensein einer Ladung anzuzeigen, geschweige denn zu messen, wie sie einige Hundert solcher Elektronen tragen.

Auch hier mußten daher zunächst, wie in der Atomistik der Materie, die Eigenschaften der Elektrizitätsatome den bildlichen Beschreibungen von Versuchen entlehnt werden, in denen zugleich mit relativ großen Materiemassen eine ungeheuer große Anzahl von Elektronen in Tätigkeit trat; die Eigenschaften des Einzelatoms konnte man dann unter der Annahme der Gleichheit der Elektronen untereinander aus diesen Bildern herauslesen. Wir werden auf ihre Beweiskraft noch in späteren (§ 21) zu sprechen kommen.

II. Die Welt des Millionstel-Zentimeters.

§ 5. *Der Ehrenhafte Leitgedanke.* — Ein wichtiges Ziel der Experimentalphysik mußte es auch hier wieder sein, die Beobachtungsobjekte, an denen elektrische Ladungen konstatiert werden, so klein zu wählen und die Meßmethoden so zu verfeinern, als sie die zur Beobachtung zur Verfügung stehenden Instrumente nur zulassen, um aus den elektrischen Eigenschaften solcher kleiner Einzelkörperchen mit um so größerer Sicherheit auf diejenigen der elektrischen Atome der Bilder schließen zu können.

Das Verdienst, dieses Ziel richtig erkannt und mit entschlossener Energie angestrebt zu haben, gebührt dem Wiener Physiker *F. Ehrenhaft*. Schon seine 1909 veröffentlichte Arbeit¹⁾ über die Konstitution der Elektrizität war von den Grundsätzen geleitet²⁾:

„1. Kleinste Elektrizitätsmengen sind aller Voraussicht nach auf Körperchen kleinster Kapazität zu erwarten“

und „2. Diese Körperchen müssen aber immer noch so groß sein, daß man sie optisch einzeln gerade noch wahrnehmen kann, da man sie einzeln der Messung unterziehen muß.“

§ 6. Die Ehrenhaften Probekörper; Dar-

stellung und Sichtbarmachung. — Es sei gleich vorweggenommen, daß die kleinsten, im Mikroskope bei geeigneter Anordnung noch einzeln wahrnehmbaren und gut beobachtbaren Materieteilchen von der Größenordnung eines Millionstel-Zentimeters Halbmesser sind. Um von dieser Kleinheit einen Begriff zu geben, sei erwähnt, daß sie rund 100 mal kleiner als die roten Blutkörperchen oder 80 mal kleiner als die Chlorophyllteilchen und nur mehr 50 bis 500 mal so groß sind als die Materieteilchen, aus denen wir die Stoffe unserer Umwelt aufgebaut zu denken haben¹⁾.

Die zu erforschenden physikalischen Verhältnisse waren aller Voraussicht nach umso deutlicher zu übersehen und die auszuführenden Berechnungen umso richtiger anzupassen, je einfacher die Gestalt der zu beobachtenden Einzelteilchen sein würde. *Ehrenhaft* war daher bemüht, an Körperchen zu experimentieren, die exakte Kugelform

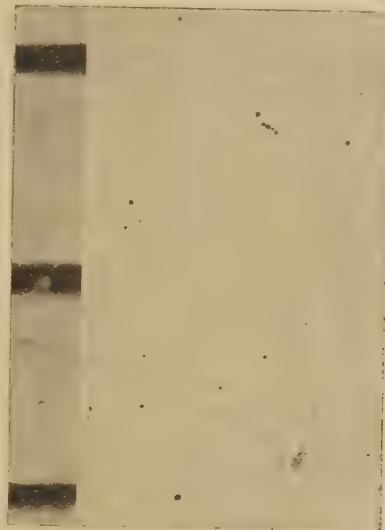


Fig. 1. *Silberkugeln.*
1 pars des Maßstabes = $1 \cdot 10^{-8}$ cm.

haben und die andererseits von möglichst chemischer Definiertheit und Stabilität sind. Dadurch war er auf kleinste Partikel von Gold, Platin, Silber oder Quecksilber verwiesen.

Soweit sich derartig kleine Körperchen durch die bestauflösenden Objektivsysteme überhaupt noch formgetreu abbilden lassen, konnte er ihre Kugelgestalt durch Photographien erweisen, von welchen zwei in Fig. 1 (Silberkugeln) und in Fig. 2 (Quecksilberkugeln)²⁾ wiedergegeben

¹⁾ Die kleinsten Teilchen, von denen hier die Rede sein wird, haben also einen Halbmesser von der Größenordnung eines Millionstel-Zentimeters; wenn daher im folgenden kurz vom „Millionstel-Zentimeter“ gesprochen wird, so sind auch in der Nähe gelegene (bis zu höchstens 50 mal größere) mitverstanden.

²⁾ Dieses Bild ist ganz besonders interessant. Die die Mitte durchquerende freie Gasse wurde erhalten, indem man mit einem Frauenhaar über den zur photographischen Aufnahme auf einer Glasplatte hergerich-

¹⁾ Wien. Akad. Anz. Nr. 7. 4. März 1909.

²⁾ Vgl. *F. Ehrenhaft*. Wien. Berichte, 1914.

sind; zur beiläufigen Orientierung sei erwähnt, daß — wie sich aus der beigegebenen Vergleichsteilung entnehmen läßt — die größten der Silberkugeln einen Halbmesser von $1,5 \cdot 10^{-5}$ cm haben.

Aber auch vom Standpunkte der Sichtbarmachung schienen ihm „Edelmetallteilchen, insbesondere auch Quecksilber, gewiß die richtigen Objekte, die Frage zu lösen, weil das außerordentlich starke metallische Reflexionsvermögen diese sehr kleinen Metallpartikelchen wegen des optischen Kontrastes in einer Größenordnung noch sichtbar zu machen gestattet, in der andere Substanzen, z. B. Öl, Glyzerin oder gar Wasser und andere Kondensationsprodukte optisch überhaupt nicht wahrnehmbar sind“.

Zur Herstellung der Teilchen benützt Ehrenhaft vornehmlich zwei Methoden. Die eine besteht darin, daß er zwischen zwei Stäben des zu zerreißen Metalles einen elektrischen Lichtbogen erzeugt, der von den Metallstäben kleine

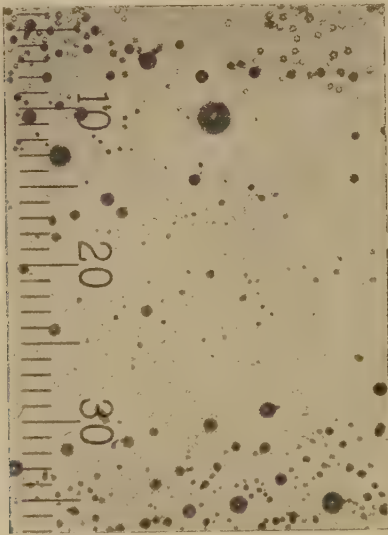


Fig. 2. Quecksilberkugeln.
1 pars des Maßstabes = $19,4 \cdot 10^{-5}$ cm.

Tröpfchen abschmilzt, zerstäubt, verdampft, die in der kälteren Umgebung zu Kügelchen der gewünschten Größe erstarren. Nach der anderen Methode werden leichter verflüchtbare Körper (Quecksilber, Schwefel, Selen usw.) in ein Siedrohr gebracht; die beim Erhitzen entstehenden Dämpfe kondensieren gleichfalls zu größeren oder kleineren derartigen Kügelchen¹⁾. Infolge ihrer

teten Niederschlag strich; die kleineren Kügelchen konnten dadurch offenbar zum Zusammenfließen zu größeren gebracht werden, die am Rande der Gasse zu sehen sind. Diese charakteristische Eigenschaft bleibt dem Quecksilber also noch bis in diese kleine Größenordnung gewahrt.

¹⁾ Auf die interessanten Details der Versuchsanordnung und der Reinigung der Gase für die Umgebung der Kügelchen kann hier begreiflicherweise nicht eingegangen werden.

außerordentlichen Kleinheit fallen die Partikelchen äußerst langsam herab; sie sind gewissermaßen im umgebenden Gase eingebettet und können mit ihm abgesaugt und transportiert werden. Die optische Anordnung zu ihrer Beobachtung ist im Grunde die gleiche wie diejenige der Astronomen, welche die von der Sonne kommenden und an den Sternen zerstreuten Lichtstrahlen im Refraktor sammelt. Die Partikelchen werden durch eine Bogenlampe von der Seite intensiv beleuchtet und durch ein Mikroskop¹⁾ senkrecht zur Richtung der beleuchtenden Strahlen beobachtet. Die sich darbietende Erscheinung ist die eines dunklen Himmels, auf welchem sich die Bilder der einzelnen Kügelchen als verschieden hell glänzende Sterne abheben.

Die Zerteilmaschine, die Kügelchen von der Größe des Millionstel-Zentimeters liefert, wurde im elektrischen Lichtbogen oder im Siedgefäße gefunden; als Pinzette, mit der sie angefaßt und vor das Beobachtungsinstrument gebracht werden können, läßt sich der Gasstrom verwenden, in dem sie eingebettet sind, als Lupe, durch welche sie sichtbar gemacht werden, das Mikroskop mit seitlicher Beleuchtungsanordnung. Welcher Art ist nun das Instrument, mit dessen Hilfe die Messung der an das Kügelchen angreifenden Kräfte gelingen wird? Denn kennt man einmal die Mechanik des Kügelchens, so kann es nicht schwer sein, mit ihrer Hilfe aus den Beobachtungen wichtige Grundlagen der Physik dieser Größenordnung herauszulesen.

III. Die Mechanik der Größenordnung des Millionstel-Zentimeters; das Ehrenhaftsche Meßinstrument.

§ 7. Dynamische Kräftermessung an Millionstel-Zentimeter Materie. — Ganz ebenso wie in der Mechanik der großen (makroskopischen) Körper könnte Ehrenhaft 2 Arten der Kräftermessung, die dynamische und die statische, für die Mechanik des Millionstel-Zentimeters entwickeln.

Wir wollen uns zunächst mit der auf der Messung eines Bewegungszustandes beruhenden dynamischen Kräftermessung befassen. Wenn eine makroskopisch große Kugel in einem luftgefüllten Raume herabfällt, so steigert sich ihre Geschwindigkeit unter dem Einflusse der Schwere nicht unbegrenzt, da die beim Durchschneiden der Luft hemmenden Reibungskräfte umso größer werden, in je raschere Fallbewegung sie gerät. Nach einiger Zeit wird die Geschwindigkeit der Kugel so groß geworden sein, daß die nach abwärts ziehende Schwere und die der Bewegung entgegenwirkende Reibung einander das Gleichgewicht halten; die Kugel fällt alsdann mit konstanter Geschwindigkeit. Je kleiner die Kugel ist, desto rascher stellt sich unter sonst gleichen Umständen der Zustand

¹⁾ Selbstverständlich genügen zur bloßen Sichtbarmachung viel schwächere Objektive als die zur formgetreuen Wiedergabe bei den Bildern 1 und 2 verwendeten.

der gleichförmigen Endgeschwindigkeit ein. Die Kügelchen, welche *Ehrenhaft* untersucht, sind nun bereits von einer derartigen Kleinheit, daß sie sich unter dem Einflusse irgendwelcher Kräfte in unmeßbar kurzer Zeit, d. h. praktisch genommen sofort mit gleichförmiger Geschwindigkeit in der Richtung der Kräfte bewegen.

Die theoretische Berechnung zeigt, daß die von ein und demselben Partikelchen unter gleichen Verhältnissen erreichte Geschwindigkeit v der angreifenden Kraft K proportional ist

$$v = B \cdot K.$$

Die Proportionalitätskonstante B , welche die Abhängigkeit der Reibung vom Halbmesser des Kügelchens, vom Reibungskoeffizienten und vom Drucke des Gases in sich birgt¹⁾, ist der Definitionsgleichung nach umso größer, in je größere Geschwindigkeit das Teilchen unter dem Einflusse der gleichen Kraft K gerät, je leichter es vom Platze gedrängt werden kann; sie wird die „Beweglichkeit“ des Kügelchens genannt. Die Richtigkeit der theoretischen Formel konnte an relativ größeren Kugeln und bei geringen Gasdrucken experimentell erwiesen werden; wir werden im folgenden Gelegenheit haben, zwei der Wege kennen zu lernen, auf welchen *Ehrenhaft* ihre Gültigkeit noch speziell für die von ihm untersuchte Größenordnung verifizieren konnte.

Für den Augenblick wollen wir annehmen, daß der Radius eines herausgegriffenen Probekörperchens schon bekannt sei. Dann läßt sich die Größe einer angreifenden Kraft, wie erwähnt, aus dem (bekannten) Reibungskoeffizienten des Gases und dem an einem Barometer ablesbaren Drucke angeben, wenn die gleichförmige Bewegungsgeschwindigkeit des Teilchens unter dem Einflusse der Kraft gemessen werden kann.

Die Festlegung von Kräften nach der dynamischen Methode ist daher sehr einfach, denn sie läuft auf die Bestimmung der Zeit hinaus, welche der Probekörper zum Durchlaufen einer gemessenen Strecke benötigt.

§ 8. *Die statische Kräftemessung an Millionstel-Zentimeter Materie.* — Wo die zu messende Kraft derart abgestuft werden kann, daß sie mit einer bekannten, auf den Probekörper angreifenden entgegengesetzt gerichteten Kraft, z. B. der Schwerkraft, ins Gleichgewicht gebracht werden

¹⁾ Die näherungsweise von E. Cunningham aufgestellte Formel lautet:

$$B = \frac{1 + \frac{1,63}{2-f} \frac{l}{a}}{6\pi\mu a}$$

wo μ den Reibungskoeffizienten des Gases, a den Radius des Kügelchens, v die Geschwindigkeit des Kügelchens, l die mittlere freie Weglänge der Gasmoleküle (dem Gasdrucke invers proportional), f einen Zahlenfaktor zwischen 0 und 1 (Verhältnis der elastischen Zusammenstöße der Gasmoleküle mit dem Kügelchen zur Gesamtzahl der Zusammenstöße).

kann, wird mit Vorteil die zweite der Ehrenhaften Methoden, die *statische* Kräftemessung angewendet.

Das spezifische Gewicht s eines solchen Kügelchens ist dasjenige des Edelmetalles, aus dem es im Lichtbogen entstanden ist. Die Größe der Vergleichskraft, das Gewicht $mg = \frac{4}{3} a^3 \pi s g$, ließe sich also berechnen und die statische Kräftemessung ausführen, wenn wir auch hier wieder den Radius a des Probekörperchens als gegeben voraussetzen.

§ 9. *Das Ehrenhafte Meßinstrument.* — Das Meßinstrument, das die Ermittlung der Kräfte nach jeder der beiden Methoden zuläßt, ist in Fig. 3 schematisch gezeichnet. P_1 und P_2 sind 2 kreisrunde Messingplatten, welche einen sehr kleinen Gasraum G nach oben und unten luftdicht abschließen. Durch Öffnen von Zuführungshähnen kann das die Kügelchen eines bestimmten Materiales tragende Gas in den Raum G geleitet werden, der sodann durch Schließen der Hähne wieder luftdicht abgeschlossen wird.

An einem in das Okular des Beobachtungsmikroskopes eingelegten Raster kann der Weg abgelesen werden, den ein herausgegriffenes Teilchen durchwandert oder es kann die Zeit abgestoppt und die Geschwindigkeit errechnet werden.

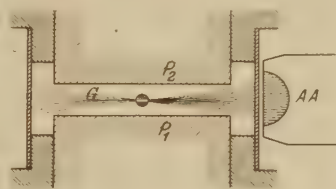


Fig. 3. *Plattenkondensator.*
AA ist das Beleuchtungsobjektiv; der schwarze Kreis in der Mitte stellt das Gesichtsfeld des Beobachtungsmikroskopes dar.

in der es unter dem Einflusse der zu messenden Kraft über die Strecke von einem Rasterstrich zum anderen geführt wurde. Kann man die zu ermittelnde Kraft meßbar abstufen und gelingt es, sie senkrecht nach aufwärts wirken zu lassen, so läßt sich das Gleichgewicht zwischen ihr und der entgegengesetzt gerichteten Schwere daran erkennen, daß der Probekörper weder von der einen noch von der entgegengesetzten Kraft fortgezogen wird, und sein Bild folglich an der gleichen Stelle des Rasters stehen bleibt. Das im Mikroskope beobachtete Kügelchen selbst ist daher das geeignete Meßinstrument für jede der beiden Kräftemessungen; allerdings muß — denn die Kenntnis des Kugelradius war ja für jede der Methoden vorausgesetzt — das Meßinstrument vor jeder Vornahme einer Messung durch eine Ermittlung des Teilchenhalbmessers „geeicht“ werden.

§ 10. *Zur Dynamik des Kügelchens.* — Bevor zur Eichung des Meßinstrumentes übergegangen wird, soll noch eines einfachen Versuches Erwähnung getan werden, an dem sich zwei — von uns bereits benützte — Folgerungen über die Dyna-

mik unseres Probekörpers beweisen lassen. Zwischen den zwei (in Fig. 3 ersichtlichen) Platten kann *Ehrenhaft* ein elektrisches Feld passender Größe hervorrufen, verschwinden lassen oder umkehren. Ist kein elektrisches Feld vorhanden, so mißt man eine Fallgeschwindigkeit v_f des Kügelchens, die mit der treibenden Kraft G (dem unbekannten Gewichte) in dem uns bekannten Zusammenhang

$$G = \frac{v_f}{B}$$

steht, wobei B die uns bereits bekannte, dem Probekörper eigentümliche Konstante, die Beweglichkeit, sein müßte, wenn das theoretische Reibungsgesetz richtig sein soll. Passend große elektrische Kräfte (gleichfalls unbekannter Größe) E , werden unser — diesmal elektrisch geladen vorausgesetztes — Probekügelchen mit der gleichfalls meßbaren Geschwindigkeit v_e' der Schwere entgegen nach oben führen

$$E - G = \frac{v_e'}{B}$$

Wird die Richtung des Feldes umgekehrt, so verhelfen die elektrischen Kräfte nunmehr im Vereine mit dem Gewichte dem Partikelchen zu einer Geschwindigkeit v_e''

$$E + G = \frac{v_e''}{B}$$

Die aus den 3 Gleichungen leicht herauslesbare Beziehung

$$\frac{v_e'' - v_e'}{2} = v_f$$

bleibt, soweit sich die Genauigkeit des Versuches überhaupt treiben läßt, für jedes Kügelchen und bei jedem einzelnen Kügelchen für alle anwendbaren elektrischen Kräfte immer erfüllt. Für die Dynamik des Probekörpers ist damit erwiesen:

1. Die Bewegung des Probekörpers erfolgt immer in die Richtung der bewegendes Kraft.
2. Die Beweglichkeit ist eine dem Probekörper eigentümliche Konstante oder die erreichte Geschwindigkeit ist der treibenden Kraft proportional.

§ 11. *Submikroskopische Größenbestimmung; Eichung des Meßinstrumentes.* — Die dem Kügelchen charakteristische Beweglichkeit B sowie sein Gewicht $4/3 a^3 \pi s g$ ließen sich, wie erwähnt, berechnen, wenn sein Radius a bekannt wäre. Die Gleichung der Fallbewegung

$$4/3 a^3 \pi s g = \frac{v_f}{B} \quad 1)$$

enthält daher als einzige nicht beobachtbare Größe den Halbmesser a , da die Fallgeschwindigkeit v_f durch Abstoppen von Fallzeiten festgestellt werden kann. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die

1) Mit Benutzung der in der Bemerkung auf Seite 433 gegebenen Formel

$$\frac{2 s g}{9 \mu v_f} = \frac{1}{a^2 \left(1 + 1,63 \frac{l}{a} \cdot \frac{1}{2 - f} \right)}$$

Größe des Kügelchens durch die Beobachtung seiner Fallgeschwindigkeit, und zwar auf einem rein mechanistischen Wege festzulegen.

So läßt sich in Fig. 4 an der voll ausgezogenen Kurve¹⁾ beispielsweise für jede gemessene Fallgeschwindigkeit eines Silberkügelchens dessen Radius ablesen.

Die Kräfte, die nunmehr der Messung zugeführt werden können, sind von einer kaum vorstellbaren Kleinheit; man braucht ja bloß zu bedenken, daß das Gewicht der kleinsten Probekörperchen — Größenordnung 10^{-12} Dyne — einer Kraft entspricht, mit der zwei Gefäße mit je einem Liter Wasser Inhalt einander aus einer Entfernung von 4 km anziehen. Wo immer also Kräfte beobachtet werden können, welche das Kügelchen in eine, seiner Fallgeschwindigkeit vergleichbare Bewegung versetzen, werden derartig minimale Wirkungen im Spiele gewesen sein. Das im Gase suspendierte Kügelchen bekannter Größe stellt das geeignete und geeichte Meßinstrument zur Festlegung dieser Kräfte dar.

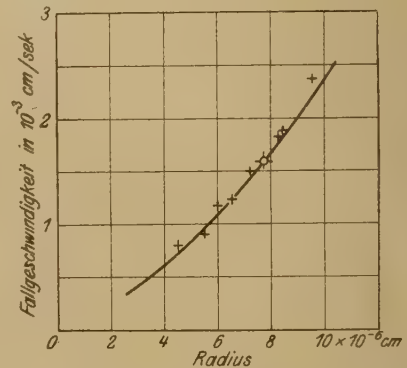


Fig. 4. Radius-Fallgeschwindigkeits-Zusammenhang für Silberkügelchen.

§ 12. *Charakteristik der Mechanik der untersuchten Größenordnung.* — Sowohl unsere Beobachtungen der Mechanik in der makroskopischen Welt als auch die in der submikroskopischen werden gewöhnlich in gaserfüllten Räumen angestellt. Die Reibungswiderstände, die durch die Bewegung der makroskopischen Körper durch die Luft auftreten, sind in den allermeisten Fällen so klein, daß sie für die erste Näherung vernachlässigt werden können, d. h. die Bewegungssätze bleiben für die meisten Bewegungen dieselben wie für die Fortführung der Körper durch den luftleeren Raum. Ganz anders sind die Verhältnisse in der Mikrowelt der Ehrenhaftschen Probekörper, weil mit abnehmendem Radius das Verhältnis von Oberfläche zu Masse und das Verhältnis von Reibung zu Antriebskraft gewaltig zugenommen hat.

Bei Beschränkung auf die reinen Beobachtungstatsachen, ohne auf ihre Deutung einzugehen, hätte Newton an Millionstel-Zentimeter

1) Über die Bedeutung der Kreuzchen wird später die Rede sein.

Materie nur den Satz vom Kräfteparallelogramm in der uns geläufigen Form gefunden. Den Trägheitssatz hingegen würde er, da der Zustand der gleichförmigen Bewegung bereits eine Kraftwirkung voraussetzt, etwa definiert haben:

„Jeder Körper verbleibt in seinem Zustande der Ruhe, solange er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, diesen zu verändern.“

Entsprechend hätte er den uns als „2. Newtonschen Satz“ geläufigen in die Form gefaßt:

„Jede Veränderung des Ruhezustandes ist proportional zur einwirkenden Kraft und geschieht in der Linie, in welcher diese Kraft wirkt.“

An die Stelle des Zustandes gleichförmiger Bewegung tritt also für unsere Kügelchen derjenige der Ruhe, die Rolle der Beschleunigung spielt die Geschwindigkeit. Ebenso tritt an die Stelle des Definitionssatzes für die „träge Masse“ derjenige für die „Beweglichkeit“, denn für ihre Definition findet man:

„Die von gleichen Kräften hervorgerufenen Geschwindigkeiten sind den Beweglichkeiten der Körper proportional.“

(Fortsetzung folgt.)

Das Fünftagefieber (Febris wolhynica), eine neu entdeckte Kriegskrankheit.

Von Dr. W. Thörner, Bonn.

Zu den Fortschritten und neuen Erfahrungen auf dem Gebiet der inneren Medizin, zu denen der Krieg durch seine Dauer, durch die Änderung vieler Lebensbedingungen, wie Ernährung, Klima, Übertragungsmöglichkeit von Krankheiten und durch die Fülle und Gleichartigkeit des Krankheitsmaterials Veranlassung und Möglichkeit bot, gehört als eines der frühesten die Erkenntnis einer ganz neuen, bisher nicht in gleicher Geschlossenheit beobachteten Krankheit.

Im Frühjahr 1915 sahen Werner und His bei den deutschen Truppen in Wolhynien ein eigenartiges periodisches Fieber auftreten, das in ziemlich strengem Rhythmus jeden fünften Tag einen starken Aufstieg, in der Zwischenzeit aber nahezu normale Temperaturen aufwies, und das begleitet war von starker Pulsbeschleunigung und von charakteristischen Schienbeinschmerzen. Da weder Fieber und sonstige Symptome, noch Verlauf der Erkrankung einem bisher bekannten Krankheitsbilde entsprach, bezeichneten sie die neuentdeckte Erkrankung nach dem Fiebertypus, dem wichtigsten Merkmal, als „Fünftagefieber“ oder nach der Gegend des erstbeobachteten Auftretens als „Febris wolhynica“. Kurze Zeit später wurde jedoch auf allen anderen Kriegsschauplätzen dasselbe Fieber beobachtet, und zwar in einer großen Menge von Einzelfällen und kleinen Epidemien. Dank zahlreicher Untersuchungen wurde das Krankheitsbild des Fünftagefiebers schnell weiter ausgebaut und rundete sich zu einem geschlossenen Ganzen, wenn auch auf breiterer Grundlage, als anfangs umrissen schien.

Die Krankheit beginnt plötzlich. Unvermittelt aus dem Wohlbefinden setzt Fieber ein mit einem Anstieg auf 39–40°, eingeleitet durch Frostgefühl, selten durch richtigen Schüttelfrost, und begleitet von starker Pulsbeschleunigung und heftigen neuralgieartigen Schmerzen, vor allem in den Schienbeinen, aber auch in anderen Knochen, in Gelenken und Muskeln vorwiegend der unteren Extremitäten. Dazu können kommen Kopfschmerzen, Schwindel, Bläschenausschlag an den Lippen, Exantheme, Störungen seitens des Magendarmkanals und der Luftwege, wie man sie auch bei anderen Infektionskrankheiten findet. Auf der Höhe des Fiebers erscheint das Gesicht oft gedunsen und geschwollen, ohne daß man aber von Ödemen sprechen könnte. Im Blut findet man die Zahl der weißen Blutkörperchen von normal ca. 6000 auf 14–20 000 und höher vermehrt, und zwar durch Zunahme der vielkernigen neutrophilen Leukozyten. Im übrigen ist der objektive Befund an den Körperorganen sehr gering. Verhältnismäßig oft ist die Milz deutlich vergrößert und druckempfindlich. Abgesehen von oft auffallend starker Pulsbeschleunigung ist an den Kreislauforganen kaum eine Veränderung nachweisbar. In einzelnen Fällen sind die Nieren in Mitleidenschaft gezogen. Es erscheinen dann geringe Mengen Eiweiß und Formelemente im Harn. An den Schienbeinen, dem Hauptsitz der charakteristischen ziehenden und stechenden Schmerzen, findet man zwar oft eine heftige Empfindlichkeit gegen Druck, so daß vielfach schon die Last der Bettdecke unerträglich ist, jedoch sehr selten objektiv nachweisbare Veränderungen. Von mancher Seite wird eine Periostitis mit fühlbarem Ödem der Knochenhaut, auch im Röntgenbilde als Verschleierung der Tibiakanten erkennbar, beschrieben. Eine solche Periostitis mag in schwersten Fällen sekundär entstehen. Ich bin eher geneigt, an Schmerzen neuralgischer Art zu denken, zumal sie nicht an das Periost allein gebunden sind. Auch hat man häufig überempfindliche Zonen an den Beinen festgestellt, die auf eine Affektion der hinteren Rückenmarkswurzeln hindeuten.

So schnell und plötzlich die Krankheit eingesetzt hat, so rasch scheint sie schwinden zu wollen. Schon am zweiten oder dritten Krankheitstage ist das Fieber bisweilen mit Schweißausbruch abgesunken, und die Temperaturen bleiben dicht über oder unter 37°. Alle Begleiterscheinungen des anfänglichen Fieberanfalls sind stark zurückgegangen, oft gänzlich geschwunden. Die neuralgischen Schmerzen fehlen oder sind gelinde, dauern allerdings auch in einigen Fällen in ziemlicher Heftigkeit an. Eine vorher bestehende Milzschwellung ist geringer geworden. Das Blut zeigt keine Vermehrung der weißen Blutkörperchen mehr. Im Blutbild aber macht sich eine charakteristische Verschiebung nach den einkernigen Zellen hin bemerkbar, indem es bei normalen Zahlen der Gesamtleukozyten zu einer deutlichen

relativen Vermehrung der Lymphozyten und großen Einkernigen kommt. Die Kranken fühlen sich wohl, sind oft völlig beschwerdefrei und denken, das Bett verlassen zu können.

Da setzt plötzlich, und zwar meist am fünften Tage nach dem ersten, ein zweiter Fieberanstieg ein. Die Temperatur erreicht 39–40°. Alle Krankheitserscheinungen kehren in alter Heftigkeit zurück, die quälenden Schienbeinschmerzen, die Vermehrung der weißen Blutkörperchen mit abermaligem Überwiegen der vielkernigen Zellen und Schwinden der relativen Lymphozytose, die Milzschwellung, die überhaupt oft erst im zweiten Fieberanfall hervortritt. Die Patienten fühlen sich wieder schwer krank. Nach ein- bis zweitägiger Dauer sinkt das Fieber, um abermals am fünften Tag wiederzukehren. So wechseln in regelmäßigem Rhythmus Fieberanfälle mit fieberfreien Zeiten. Im allgemeinen gehen alle übrigen Krankheitserscheinungen dem Gang der Temperatur parallel. Nicht nur das Fieber, sondern auch alle anderen Symptome zeigen streng periodischen Charakter. Sind die ersten derartigen, rhythmisch wiederkehrenden Krankheitsattaquen einander an Intensität ziemlich gleich, so lassen in der Regel die folgenden mehr und mehr nach, indem die erreichte Fieberhöhe und die begleitenden Beschwerden immer geringer werden, bis nach etwa 5–10 Fieberanfällen kein weiterer mehr auftritt. Der Krankheitsprozeß ist abgelaufen. Die letzten Beschwerden schwinden bald, und es tritt restlose Wiederherstellung ein. Die Prognose quoad sanationem ist also durchaus günstig zu stellen, wenn auch Rückfälle und stark protrahierter Verlauf nicht ganz selten sind.

Obigem als Typus beschriebenen Krankheitsbilde entspricht aber bei weitem nicht jeder Fall von Fünftagefieber. Es kommen die mannigfachen Abweichungen und Komplikationen vor. Dies gilt vor allem vom Fieberverlauf, dem Grundsymptom der Krankheit. Statt des typischen fünftägigen Rhythmus kann ein solcher von 6 Tagen, auch von 4 Tagen, selten von 7 Tagen bestehen. Gar Intervalle von 10 Tagen sind beschrieben, jedoch sind hier wohl zwischenliegende rudimentäre Anfälle der Beobachtung entgangen. Die Fieberanfälle selbst zeigen die größten Verschiedenheiten bezüglich Höhe, Dauer und Struktur. Es gibt kleine rudimentäre Anfälle, die unter 37° bleiben, andererseits alle Fieberhöhen bis über 40°. Die Dauer des Fiebers beträgt meist etwa 2 Tage, oft nur einen, oft auch mehr als 2 Tage. Das Fieber kann steil oder weniger steil ansteigen, glatt oder mit Unterbrechungen, kann einen, zwei und gar drei Gipfelpunkte aufweisen. Verschiedene Fieberanfallsformen und Anfallsrhythmen können gemischt im Verlauf eines Falles auftreten, was alles natürlich eine starke Entstellung der typischen Fünftagefieberkurve bedingt. Es kann infolge Übereinandergreifens stark gedehnter Einzelfälle mit vielen Einzelzacken, infolge Änderung der Intervallgröße und Fieberhöhe eine

Kurve entstehen, die kaum noch Periodizität erkennen läßt. Vor Verwechslung mit Typhus, der infolge der Schutzimpfungen jetzt häufig atypisch verläuft, schützen dann oft nur die Leukozytenvermehrung, die Pulsbeschleunigung und die bakteriologische Untersuchung. So hat man der typischen paroxysmalen Form des Fiebers eine typhoide, in anderen Fällen eine septische und schließlich bei geringen, oft subfebrilen Temperaturen eine rudimentäre Form gegenübergestellt. Auch ein Nacheinanderauftreten verschiedener dieser Formen in einem Krankheitsverlauf kommt vor. Aber auch in solchen Fällen ist für die Diagnose „Wolhynisches Fieber“ neben der Wertung der anderen Symptome eine gewisse noch erkennbare Periodizität in den unregelmäßigen Fieberkurven zu fordern. Von den vielfachen Abweichungen in der Ausgestaltung und im Zusammenspiel der übrigen Krankheitszeichen sei nur folgendes hervorgehoben. Die Intensität und Dauer derselben geht zwar meist, aber durchaus nicht immer der Intensität und Dauer der Fieberanfälle parallel. Bisweilen ist ein heftiges Fieber nur von mäßigen Beschwerden begleitet. Andererseits können zur Zeit eines nur rudimentären Fieberanfalls starke Schmerzen, Leukozytenvermehrung und Pulsbeschleunigung, sogar diese allein, eintreten. Man hat in letzteren Fällen von „Äquivalenten“ gesprochen, indem durch stärkere Ausprägung anderer Symptome das ausbleibende Fieber gewissermaßen ersetzt wird. Man muß demnach neben den oben beschriebenen typischen Fällen mit ausgesprochenen Fieberanfällen noch eine Reihe atypisch verlaufender Fälle mit mehr oder weniger verwischem periodischen Charakter der Symptome unterscheiden. Bestimmend für die Diagnose „Fünftagefieber“ bleibt stets das periodische An- und Abschwollen aller Krankheitszeichen. Wo die Periodizität nicht erkennbar ist, sollte man, solange eine genaue Kenntnis des Erregers die Diagnose nicht sicherstellt, nicht von „Fünftagefieber“ sprechen.

Die „febris wolhynica“ ist eine Infektionskrankheit, daran zweifelt niemand, zumal auch durch Injektion von Fünftagefieberblut und durch Stich von Läusen, die davon aufgenommen hatten, die Übertragung von Mensch auf Mensch mehreren Forschern im Selbstversuch gelungen ist. Dabei hat sich eine Inkubationszeit (vom Zeitpunkt der Infektion bis zum ersten Fieberanfall) von drei bis vier Wochen herausgestellt. Über die Art des Erregers aber herrscht noch Unklarheit. Der Verdacht auf Blutparasiten im Sinne der Malaria hat sich von vornherein nicht bestätigt. Von mehreren Autoren werden im Blut von Fünftagefieberkranken spirochaetenähnliche, von anderen diplokokkenartige Gebilde, die zu den Rickettsien gehören, beschrieben und letztere im Darmkanal von Läusen der Kranken stark angereichert gefunden. Die Rickettsien sind kleiner als alle bekannten Kokken. Sie sind beim Fleckfieber ebenfalls gefunden und haben vielleicht aetio-

logische Bedeutung auch für unsere Krankheit. Wir haben es beim „Wolhynischen Fieber“ jedenfalls mit einer Erkrankung *sui generis* zu tun und nicht mit einer abgeschwächten Form von Rückfallfieber, oder von Fleckfieber, zu dem eine gewisse Verwandtschaft bestehen mag, oder gar einer Abart der Malaria. Für die Übertragung scheinen tatsächlich Läuse am ehesten in Betracht zu kommen, zumal nach gut durchgeführter Entlausung die Zahl der Erkrankungen ganz erheblich herabgedrückt wird, während andererseits Jahreszeiten und Klima ohne wesentlichen Einfluß sind. Dasselbe Krankheitsbild ist jetzt bei der englischen und französischen Armee aufgetreten und anscheinend auch früher schon in Berlin und im russisch-japanischen Krieg beobachtet worden.

Ist das Fünftagefieber auch im allgemeinen durchaus gutartig und geht es auch nach einer gewissen Zahl von Fieberanfällen schließlich stets von selbst in Heilung über, so ist doch der Verlauf oft sehr gedehnt, über Monate. Auch sind die Beschwerden häufig sehr hochgradig, so daß man therapeutisch eingreifen muß. Die beschwerlichen Begleiterscheinungen lindert man zweckmäßig durch die üblichen antifebrilen und antineuralgischen Mittel. In der Bekämpfung der Krankheit selbst ist ein durchgreifender Erfolg bisher nicht zu verzeichnen. Jedoch scheint man hier am ehesten mit großen Gaben Chinin und mit Salvarsan zum Ziele zu kommen.

Besprechungen.

Roland, J., Unsere Lebensmittel, ihr Wesen, ihre Veränderung und Konservierung (vom ernährungsphysiologischen und volkswirtschaftlichen Standpunkt gemeinfach dargestellt). Preisgekrönte Arbeit. (Mit einer Einführung: „Wie können wir aus unseren Lebensmitteln besseren Nutzen ziehen?“ von Geh. Rat Prof. Dr. phil. et med. Th. Paul.) 2. Aufl. Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1918. XIX, 263 S. Preis geh. M. 9,—, geb. M. 10,—.

Wenn heute außer den Kriegsereignissen eine Frage im Vordergrund unseres Interesses steht, so ist es die unserer Ernährung. Selbstverständlich werden von dieser Frage auch die Verwertung, Beschaffung und Beschaffenheit sowie die Konservierung unserer Lebensmittel mit einbegriffen, ja man kann dies Gebiet noch bedeutend erweitern, indem noch weitere Fragen über Zubereitung, Haltbarkeit, die verschiedenen Veränderungen beim Lagern und Reifen unserer Lebensmittel, ihre Veränderungen in und außerhalb unseres Organismus mit einbezogen werden können. In vorliegendem Buche *J. Rolands* haben wir nun ein Werk, das sich eingehend mit all den Fragen befaßt, die mit unseren Lebens- und Genußmitteln zusammenhängen.

Zunächst wird uns gezeigt, wie die Nahrungsstoffe nicht nur als kraft- und energiespendende Stoffe zur Betätigung unserer Lebensäußerungen dienen, sondern auch wie sie bzw. ihre Spaltungsprodukte zum Aufbau des lebenden Organismus verwendet werden. Denn nur, wenn die Nahrungsstoffe in ihre einfachsten Bestandteile, in ihre Bausteine, zerlegt sind, sind wir im-

stande, sie nutzbringend zu verwerten. Diese Zerlegung findet bei der Verdauung der aufgenommenen Nahrung statt, und zwar sind es hauptsächlich die durch die Verdauungsdrüsen (Speicheldrüse, Magendrüse und Darmspeicheldrüse sowie Darmschleimhaut und Galle) produzierten Sekrete mit ihren Fermenten und Enzymen, die diesen Abbau bewerkstelligen. Aber auch selbständige Lebewesen, Kleinorganismen, Bazillen oder Bakterien sind, zum Teil wieder durch von ihnen produzierte Enzyme an diesem Abbau beteiligt. Nachdem wir so wichtige Tatsachen über das Schicksal der Nahrungstoffe im lebenden Organismus erfahren haben, beschäftigen wir uns mit den Veränderungen, die die Lebensmittel außerhalb des Verdauungstraktes erleiden. Hierbei sind zwei Arten der Veränderung hauptsächlich wichtig, nämlich einerseits diejenigen, die die Nahrungs- und Genußmittel von ihrem rohen Urzustand aus erleiden, bis sie eine für den menschlichen Genuß geeignete oder gewollte Form angenommen haben, andererseits diejenigen, die dieses Ziel überschreiten, oder nicht erreichen und gar eine schädliche Form annehmen können. Unter den ersterwähnten finden wir z. B. das Ablagern von frischem Fleisch, das Reifen oder Nachreifen von Obst, die Gewinnung von Käse aus Milch, das Übergehen von Fruchtsäften in Most und Wein und ähnliches mehr. Unter den schädlichen Veränderungen kann man das Verderben durch Fäulniserscheinungen, beim Fleisch unter Umständen unter Auftretung von speziellen Giftstoffen und speziellen schädlichen Mikroorganismen, Säuerung und Gärung zuckerhaltiger Nahrungsmittel usw. anführen. So sehr diese beiden Arten der möglichen Veränderungen in ihrer Wirkung verschieden zu sein scheinen, so sind sie doch in ihrer Ursache in den meisten Fällen auf dieselben wirksamen Stoffe zurückzuführen. Hier wie da finden wir Wirkungen von Licht und Luft, von Wärme und Kälte, von spezifischen Enzymen und schließlich von Mikroorganismen, und zwar oft in dem Sinne, daß ein und dieselbe Ursache, die unter gewissen Bedingungen eine uns sehr erwünschte Veränderung des Nahrungsmittels ausübt, bei Änderung eben dieser Bedingung oder fortgesetzter oder gesteigerter Einwirkung direkt zum Schädling wird. Jedoch erfahren wir auch darüber einiges, wie der Organismus des betreffenden Nahrungsmittels selbst nach dem eigentlichen Tode des Individuums im „überlebenden“ Zustand noch fähig ist, sich einerseits durch Antikörper gegen die Wirkung zersetzender Stoffe zu schützen oder andererseits eine solche Zersetzung in einem gewissen Sinne zu leiten.

Haben wir so die hauptsächlichsten und wichtigsten Veränderungen, die die Nahrungsmittel erleiden, kennen gelernt, so ergibt sich natürlich die weitere Frage: Wie sind wir imstande, die uns unangenehmen und schädlichen Veränderungen zu verhindern oder sie nur insofern zuzulassen, als sie auf uns angenehmen Bahnen verlaufen. Die Beantwortung ergibt sich zum Teil durch Anwendung geeigneter Mittel gegen die Einwirkung der 4 oben erwähnten schädlichen Ursachen, Zellenzyme, Licht und Luft, Temperatur und Mikroorganismen, sowie auch durch Benutzung chemischer und mechanischer Konservierungsmethoden, wie z. B. gewisser Antisepticas, Filtration, Wasserentziehung und ähnlichem.

Das Buch ist zunächst natürlich für Fachleute, namentlich Mediziner und Naturwissenschaftler wie Chemiker, Apotheker und Landwirtschaftler geschrieben, wird aber auch dem Laien dank seiner leichtfaßlichen und eingehenden Schilderung ein klares Bild der inter-

essanten und oft zuerst recht verwickelt erscheinenden Vorgänge bei der Verwertung und Bereitung der Nahrungsstoffe bieten. Geh. Rat Prof. Paul (München) hat ihm einen einleitenden Aufsatz vorangeschickt, in dem er unter anderem auf neue Ziele und Aufgaben der modernen Nahrungsmittelchemie hinweist.

R. W. Seuffert, Berlin.

Engelbrecht, Th. H., Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien. 30 Karten mit Text. Berlin, D. Reimer (E. Vohsen), 1916. Preis M. 15,—.

Der Verfasser ist rühmlichst bekannt geworden durch sein im Jahre 1899 erschienenenes, umfangreiches und von der Fachkritik mit berechtigtem Lob aufgenommenes Werk über „Die Landbauzonen der außertropischen Länder“. Die dort benutzte Methode ist auch hier angewendet worden, aber das damals über das Russische Reich Gebrachte ist im vorliegenden Atlas erheblich erweitert und auf Grund neueren statistischen Materials umgearbeitet worden. Für die damit verbundene große Mühewaltung wird man dem erfahrenen Verfasser in dieser Zeit erhöhten Interesses für das Russische Reich ganz besonderen Dank wissen, denn das Studium des Atlas wird der Wissenschaft wie der Praxis erhebliche Dienste für die richtige Einschätzung der landwirtschaftlichen Zustände Rußlands leisten und dadurch für die Wiederanknüpfung der für uns, wie für Rußland gleich wichtigen Handelsbeziehungen wertvolle Grundlagen liefern.

Bei Betrachtung der Karten hat man, soweit dieselben Spezialkarten (für das europäische Rußland in 1 : 18 Mill., für das asiatische Rußland in 1 : 30 Mill.) der pflanzlichen und tierischen Produktion darstellen, zu beachten, daß Engelbrecht die Anbaufläche der von ihm dargestellten Getreidearten (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Hirse, Buchweizen), sowie des Lein, des Hanf, der Sonnenblumen, der Kartoffeln und der Zuckerrüben nur im Verhältnis zur Getreidefläche als Einheit, nicht im Verhältnis zur überhaupt landwirtschaftlich benutzten Fläche darstellt, und daß desgleichen der Autor die kartographisch dargestellten Viehbestände an Pferden, Schafen, Ziegen, Schweinen nicht auf die Kopzahl des gesamten Viehs, sondern auf die der Rinder bezieht.

Dementsprechend müssen auch die diesen Spezialkarten vorausgesandten *Übersichtskarten der Landbaugebiete* des europäischen und asiatischen Rußland (Taf. 1 und 21) nur als Darstellungen aufgefaßt werden, welche auf Grund dieses zahlenmäßigen Verhältnisses entstanden sind und nicht die Bedeutung der Landwirtschaft an sich widerspiegeln. Das muß beispielsweise im Auge behalten werden, wenn wir auf Taf. 1 in dem nordrussischen Gebiete vorherrschender Waldwirtschaft, Fischerei und Jagd südlich der Polargrenze des Getreides, eine breite Gerstenzone dargestellt finden, obgleich dort der Anbau von Getreide überhaupt äußerst unbedeutend ist. Wenn wir ferner entsprechend der angewandten Methode der Zugrundelegung des Verhältnisses der jeweils dargestellten Getreideart zur überhaupt mit Getreide bebauten Fläche auf Taf. 5 die dunkelsten Farbtöne mit über 50 % und darüber in eben diesen nördlichen Gegenden eingetragen sehen, so müssen wir uns klar machen, daß trotzdem die absoluten Mengen an Gersteertrag viel geringer sein werden, als die in viel lichter kolorierten Teilen des Reiches angegebenen.

Sehr interessant für die Erkenntnis der ursächlichen Zusammenhänge zwischen Anbau, Klima und

Boden sind vielfach eingetragene, besonders charakteristische Isothermen und sog. Isotimen (= Linien gleicher Preise für pflanzliche oder tierische Erzeugnisse). Als in gleicher Richtung wertvolle Aufschlüsse bietend ist in der Taf. 2 der Schätzungswert der Ländereien des europäischen Rußland dargestellt.

Der 21 4^o Seiten füllende Text gibt im wesentlichen nur eine eingehende Erläuterung der beiden Karten der Landbaugebiete des europäischen wie asiatischen Rußland (Taf. 1 und 21), während die ausführlichen Tabellen der S. 23—41 die Grundlagen für die Spezialkarten bieten. In diesen so unscheinbaren Tabellenseiten, wie überhaupt in dem ganzen anspruchslos auftretenden, aber inhaltlich so wertvollen, technisch sauber durchgeführten Werke steckt eine nur vom Kenner richtig zu würdige, umfangreiche Arbeitsleistung, die aufrichtigen Dank fordert.

Max Friedrichsen, Königsberg i. Pr.

Chemische Mitteilungen.

Über die Harzgewinnung in Österreich-Ungarn macht Dr. G. Austerweil in der Chemiker-Zeitg. 1917, S. 233—235, nähere Angaben, wobei er namentlich die während des Krieges eingeführte Gewinnung von Kolophonium durch Extraktion der bei der rationellen Waldwirtschaft zurückbleibenden Wurzelstöcke eingehend schildert. Auf Grund der bereits im Frieden im Gebiete von Wiener Neustadt bei der Harznutzung gesammelten Erfahrungen wurde zur Versorgung der Industrie mit Kolophonium auch in den besetzten Gebieten in Polen und Serbien die Harznutzung eingeführt, ferner wurden zu dem gleichen Zwecke etwas später auch die großen Schwarzföhrenwäldungen Bosniens herangezogen. Auch die Einsammlung des Fichtenscharrharzes, das man bisher zur Gewinnung von Kolophonium für nicht verwendbar hielt, hatte einen schönen Erfolg und es gelang, auf sehr einfache Weise durch Extraktion mit heißem Benzol aus diesem Material durchschnittlich 55—60 % Kolophonium und 2—3,5 % Terpentinöl zu gewinnen.

Von größerer Bedeutung als diese Harzquellen ist jedoch die *Kolophoniumgewinnung aus Wurzelstockholz*, die in Ungarn in Verbindung mit der normalen Waldnutzung derart durchgeführt wurde, daß die bei der jährlichen Rodung zurückbleibenden, für die Waldnutzung wertlosen Stockholzmengen fabrikmäßig auf Kolophonium und Terpentinöl aufgearbeitet werden. Ein derartiger Betrieb ist nur dort wirtschaftlich, wo täglich mindestens ein Waggon (= 10 t) Stockholz zur Verfügung steht. Die Stockholzgewinnung, die in den meisten Fällen auf den gerodeten Kahlschlägen ohne Bedenken in forsttechnischer Hinsicht betrieben werden kann, oft sogar im Interesse der Neuaufforstung direkt geboten ist, erfolgt durch Sprengung; mit 1 kg Chloratsprengstoff lassen sich im Mittel 325—350 kg Stockholz gewinnen. Das Holz wird mit der Raspelmaschine oder der Schlagkreuzmühle zerkleinert und hierauf in stehenden Extraktionsapparaten mit Benzol (oder Trichloräthylen) ausgelaut. Der Kohleverbrauch dieser Apparate beträgt $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ des zu extrahierenden Holzgewichts, der Verlust an Benzol etwa 1 % des Holzgewichtes. Bevor das zerkleinerte Holz mit Benzol extrahiert wird, behandelt man es im Extraktor mit Dampf unter gleichzeitiger Evakuierung, wodurch das Terpentinöl abgetrieben wird. Die Ausbeute an diesem Öl beträgt etwa 1 % bei Weißföhren und 2 % bei Schwarzföhren. Auch das extrahierte zähflüssige

Harz wird in geschmolzenem Zustand nochmals in einem Vakuumapparat mit Dampf behandelt, wodurch die dem Kolophonium noch beigemengten terpeninölartigen Stoffe gewonnen werden. Das Holzterpentinöl hat einen angenehmen, dem gewöhnlichen Terpentinöl ähnlichen Geruch und ist als Lösungsmittel für Lacke infolge seines hohen Terpeneolgehaltes dem amerikanischen Öl überlegen. Das extrahierte Kolophonium ist etwas weicher als das amerikanische, die Ausbeute beträgt bei Weißkiefer 4,5–8 %, bei Schwarzföhre dagegen 9–13 %. Das entharzte Holz geht in die Natronzellstoffabriken und liefert etwa 25 % Zellstoff. Es sind in Ungarn und Bosnien bereits drei derartige Anlagen im Betrieb, die etwa 1500 t Kolophonium im Jahre erzeugen, eine vierte Extraktionsanlage ist in Ungarn im Bau. Auf diese Weise ist es möglich, einen beträchtlichen Teil des Harzbedarfes der österreichisch-ungarischen Industrie im Inlande zu gewinnen, und da der Extraktionsrückstand in der Zellstoffindustrie Anwendung finden kann, erscheint das Bestehen der Harzgewinnung aus den Wurzelstöcken auch im Frieden gesichert.

Glasartiges Porzellan. Glas und Porzellan zeigen bekanntlich beim Erwärmen ein recht verschiedenes Verhalten. Während Porzellangeräte leicht springen und infolgedessen eine nachträgliche Formveränderung nicht zulassen, können die meisten Gläser in der Flamme erweicht, gebogen, gestreckt sowie durch Blasen in eine beliebige Form gebracht werden. Von dieser Eigenschaft des Glases macht der Chemiker und Physiker ja einen ausgiebigen Gebrauch im Laboratorium und hierauf beruht die Überlegenheit des Glases gegenüber dem Porzellan, soweit es sich um die Herstellung chemischer und physikalischer Apparate handelt. Einer bayerischen Porzellanfabrik (Ph. Rosenthal & Co., A.-G., Selb i. B.) ist es nun gelungen, auch Porzellangeräte herzustellen, die gegen Temperaturwechsel sehr beständig sind. Zur Lösung dieser Aufgabe war es erforderlich, eine Glasur herzustellen, die genau den gleichen Ausdehnungskoeffizienten hat wie die Porzellanmasse selbst. Auf diese Weise lassen sich Porzellangeräte von sehr hoher Bruchwiderstandsfähigkeit und Temperaturbeständigkeit erzielen, denn das im Laboratorium häufig beobachtete Zerspringen von Porzellangeräten bei schroffem Temperaturwechsel ist in der Regel auf die Auflösung von Spannungen zwischen Glasur und Masse infolge ungleicher Ausdehnungskoeffizienten dieser beiden Stoffe zurückzuführen. Dagegen lassen sich bei Geräten aus dem neuen Porzellan mit dem Knallgasgebläse Löcher in die Wandungen schmelzen, ohne daß ein Zerspringen eintritt. Ferner kann man einzelne Porzellanteile genau wie Glas aneinander-schmelzen, so läßt sich z. B. in die Wandung eines Tiegels ein Porzellanröhrchen einschmelzen, und schließlich kann man auch das Porzellan in erweichtem Zustande genau wie Glas blasen. Diese guten Eigenschaften sichern der neuen Porzellansorte eine weitgehende Anwendung zu chemischen und technischen Zwecken.

Die englische Schieferöl-Industrie. An der Versorgung des englischen Marktes mit flüssigen Brennstoffen und Schmiermitteln sowie mit Ammoniumsulfat ist auch die einheimische Schieferöl-Industrie nicht unerheblich beteiligt. Die schottischen Schieferlager gehören der karbonischen Formation an, die Felder liegen etwa 20 km westlich von Edinburgh im Süden des Firth of Forth. Der bituminöse Schiefer findet sich in einer Tiefe von 600–1200 m und wird in ähn-

licher Weise wie Kohle abgebaut. Der zerkleinerte Schiefer wird in stehenden Retorten bei niedriger Temperatur zunächst verschwelt und der entgaste Rückstand hierauf in derselben Retorte bei höherer Temperatur mit überhitztem Wasserdampf behandelt. Die Beschickung und Entleerung der Retorten erfolgt mittels mechanischer Vorrichtungen und die Destillation verläuft kontinuierlich. Diese Arbeitsweise ermöglicht es, einen großen Teil des in den Schiefen enthaltenen Stickstoffs in Ammoniak zu überführen, und gerade hierauf beruht die Wirtschaftlichkeit dieser ganzen Industrie. An sonstigen Destillationserzeugnissen werden Schieferspiritus, Leuchtöle, Motorenöle, Gasöle, Marineheizöle, Maschinen- und Schmieröle sowie festes Paraffin gewonnen. Nach Mitteilungen, die Dr. D. R. Stuart in einem Vortrag vor der englischen Gesellschaft für chemische Industrie in Edinburgh machte, werden gegenwärtig etwa 3 Mill. t Schiefer im Jahre gefördert, und das in dieser Industrie angelegte Kapital beträgt gegen 60 Mill. M. In den vier zurzeit bestehenden Raffinerien sind ungefähr 10 000 Arbeiter beschäftigt. Das beim Verschwelzen des Schiefers entstehende Gas diente früher ausschließlich zur Beheizung der Schwelretorten, doch wird heute auch Mondgas hierzu verwendet. Das Ammoniakwasser wird, wie schon erwähnt, auf Ammoniumsulfat verarbeitet, und zwar belief sich die Erzeugung der Schieferdestillationen an diesem Salze im Jahre 1915 auf 58 000 t, d. i. fast ein Siebtel der gesamten Ammoniumsulfaterzeugung Großbritanniens. Das bei dem Schwelprozeß erhaltene Rohöl wird durch mehrfaches Destillieren sowie durch Behandlung der einzelnen Destillate mit Schwefelsäure und Natronlauge raffiniert. Durch Abkühlen der schwereren Öle scheidet sich festes Paraffin aus, das durch Abpressen von den Ölen getrennt, durch Sublimieren gereinigt wird und zur Herstellung von Kerzen dient. Schließlich wird auch noch der bei der Destillation in den Retorten zurückbleibende Koks verwertet.

Welterzeugung und -verbrauch von Kautschuk. Auf der letzten Jahresversammlung der englischen Kautschukpflanze-Vereinigung wurden über Erzeugung und Verbrauch dieses im Kriege besonders wichtigen Rohstoffes interessante Angaben gemacht. Wie die Zeitschrift „Der Motorwagen“ 1917, S. 153, mitteilt, wird die Kautschukerzeugung des Jahres 1916 auf 170 bis 200 000 t geschätzt, was gegenüber dem Vorjahre eine Zunahme von etwa 30 % bedeutet. Namentlich nimmt die Erzeugung von Plantagenkautschuk, die sich im Jahre 1915 schon auf 98 000 t belief, rasch zu, wogegen die Erzeugung Brasiliens an wildem Kautschuk mit 37 000 t nicht so große Änderungen aufweist. Der Ertrag der Kautschukplantagen in Indien und auf Ceylon, deren gesamte Anbaufläche 1,5 Mill. acres beträgt, wird für das Jahr 1916 auf 130 000–150 000 t veranschlagt. In den nächsten Jahren wird die Welterzeugung jedenfalls nicht in dem bisherigen Maße weiter zunehmen, denn die Neuanpflanzungen sind seit dem Jahre 1911 ständig eingeschränkt worden und in den beiden letzten Jahren fast ganz zum Stillstand gekommen. Immerhin rechnet man in Fachkreisen damit, daß die Welterzeugung bis zum Jahre 1921 auf 350 000 t anwachsen wird. Der Kautschukverbrauch hat bisher mit der Erzeugung ziemlich gleichen Schritt gehalten, namentlich in den Vereinigten Staaten von Amerika hat der Kautschukverbrauch in den letzten Jahren eine ungewöhnlich große Zunahme erfahren, was auf die lebhaft entwickelte der ameri-

kanischen Automobilindustrie zurückzuführen ist. Durch die großen Automobillieferungen für Rechnung der Entente einerseits und andererseits durch die stark gestiegene Nachfrage nach Automobilen im Lande selbst hat der Kautschukverbrauch der Vereinigten Staaten auch während des Krieges weiter sehr erheblich zugenommen, er ist von 48 000 t im Jahre 1913 auf 97 000 t im Jahre 1915 gestiegen und wird für das Jahr 1916 auf mehr als 130 000 t geschätzt. In den Vereinigten Staaten sind gegenwärtig rund 3,25 Mill. Kraftwagen eingetragen.

Amerikas Bestrebungen zur Schaffung einer Kali-industrie. Bekanntlich hat uns die Natur in unseren reichen Kalisalzlagern ein Monopol verliehen und die Ausfuhr dieser Salze war vor dem Krieg sehr bedeutend. Der Hauptabnehmer waren die Vereinigten Staaten von Amerika, die im Jahre 1913/14 für 60 Mill. M. Kalisalze, darunter allein für 23 Mill. M. Chlorkalium, aus Deutschland bezogen. Der größte Teil dieser Salze wurde von der amerikanischen Landwirtschaft als Düngemittel verbraucht; es ist daher erklärlich, daß infolge des Krieges und des erlassenen Ausfuhrverbots für Kalisalze in der amerikanischen Landwirtschaft sehr schwierige Verhältnisse entstanden sind. Auf den Kalimangel ist auch die sehr schlechte amerikanische Weizen- und Baumwollernte des letzten Jahres in erster Linie zurückzuführen.

Schon seit einer Reihe von Jahren hat man nun in Amerika diese Abhängigkeit von Deutschland sehr unangenehm empfunden und nach einheimischen Kaliquellen gesucht. Diese Bestrebungen, für die auch die Regierung beträchtliche Mittel bewilligt hat, sind unter dem Einfluß des Krieges und der sehr erheblichen Preissteigerung natürlich besonders eifrig fortgesetzt worden. Zahlreiche Firmen der chemischen Industrie sowie eine ganze Reihe von Erfindern haben sich mit diesem Problem beschäftigt, und es ist bereits eine stattliche Zahl von Patenten auf die Gewinnung von Kali aus einheimischen Rohstoffen erteilt worden. Als solche kommen Seetange, Salzsolon, Alaunstein und Feldspat in Betracht. Der *Seetang*, auch Kelp genannt, kommt an der ganzen Küste des Stillen Ozeans vor und bedeckt eine Fläche von etwa 400 Quadratmeilen. Der grüne Kelp ist sehr wasserreich und enthält nur 1,5–2,6 % Kali. Da die Gewinnung von Kaliumchlorid aus diesem Material recht schwierig ist, hat man versucht, den Kelp zu trocknen und den gemahlenen Trockenrückstand, der etwa 15 % Kali enthält, direkt als Düngemittel zu verwenden. Aber auch dieses Verfahren scheint nicht gewinnbringend zu sein, besonders deshalb, weil die Trocknung der Pflanzen auch im Großbetrieb zu hohe Kosten bereitet. Als zweites Rohmaterial hat man die *Salzablagerung* des ausgetrockneten Searles-Sees in Kalifornien ins Auge gefaßt, die früher schon zur Gewinnung von Borax und Soda benutzt wurde. Aber ebenso wie diese früheren Unternehmungen wegen Unwirtschaftlichkeit eingestellt werden mußten, so ist auch diesem neuen Versuch keine allzu große Bedeutung beizumessen. *Alunit* oder Alaunstein kommt in den Vereinigten Staaten an mehreren Stellen vor, am wichtigsten ist das Vorkommen von Marysville in Utah. Das dort gefundene Mineral enthält rd. 10 % Kali. Zu seiner Ausbeutung wurde die *Mineral Products Co.* gegründet, die täglich 150 t des Minerals verarbeitet und daraus 25–30 t Kaliumsulfat gewinnt; als Nebenprodukt erzeugt sie Tonerde, die jedoch infolge ihres hohen Gehalts an Eisenoxyd und Kieselsäure keinen hohen Wert besitzt.

Bei der geographischen Lage des Gewinnungsorts wird das dort gewonnene Kali durch die hohen Transportkosten so stark belastet, daß diese Fabrikation, die zudem nur einen ganz kleinen Teil des Kalibedarfs der amerikanischen Landwirtschaft decken kann, wohl nur unter den anormalen Kriegsverhältnissen lebensfähig sein wird. Am meisten Aussicht auf Erfolg hat noch die Verarbeitung von *Feldspat*, für dessen Aufschließung eine große Zahl von Methoden in Vorschlag gebracht worden ist. Die wichtigsten dieser Verfahren sind von Professor Dr. *Neumann* und Dipl.-Ing. *Draisbach* durch eigene Versuche nachgeprüft worden, und zwar unter besonderer Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Aussichten der Kaligewinnung im Großen. Die Aufschließung des Feldspats bezweckt, das darin enthaltene Kali, dessen Gehalt rd. 10 % beträgt, in eine wasserlösliche Form zu überführen. Von den 60–80 Patenten, die dieses Ziel erstreben, ist nach Angabe der beiden Verfasser der größte Teil von vornherein praktisch aussichtslos, namentlich dann, wenn lediglich das Kali nutzbar gemacht werden soll. Ein Teil der vorgeschlagenen Verfahren geht deshalb auch darauf hinaus, die ausgelaugten Rückstände ebenfalls zu verwerten, und zwar zur Gewinnung von Kieselsäure und Tonerde oder als Rohmaterial für die Glas- und Zementfabrikation. Nach den Versuchen von *Neumann* und *Draisbach* liefert das Aufschließen des Feldspats durch Glühen mit Kalk und Magnesiumchlorid oder Calciumchlorid die besten Ergebnisse. Die Aufschließung des Feldspats nach dieser Methode stellt sich auf Grund von amerikanischen Berechnungen auf fast 5 Doll. für 1 t Feldspat unter der Annahme, daß der Feldspat selbst 1 Doll. die Tonne und das Chlorcalcium 7,33 Doll. für 1 t auf dem Werke kostet. 1 t Chlorkalium mit dem handelsüblichen Gehalt von 80 % würde sich nach den vorliegenden Ausbeuteergebnissen auf 40–50 Doll. stellen. Da vor dem Kriege 1 t deutsches Chlorkalium in Amerika durchschnittlich 30 Dollar kostete, so stellt sich also das Feldspatkali wesentlich teurer. Ob es gelingen wird, die in großen Mengen anfallenden Rückstände der Feldspatverarbeitung für die Glasfabrikation oder eine sonstige Industrie nutzbar zu machen, muß vorderhand noch sehr bezweifelt werden, ferner ist zu bedenken, daß die Gewinnung von reinem Chlorkalium aus den Laugen nicht ganz einfach ist; schließlich sind auch die Anlagekosten recht hoch. So kommen *Neumann* und *Draisbach* zu dem für uns recht erfreulichen Ergebnis, daß der Aufschluß von Feldspaten bei normalen Kalipreisen unwirtschaftlich ist und daß somit weder die Kaligewinnung aus Feldspat noch die aus Tange oder aus Salzsolon oder aus Alunit das deutsche Kalimonopol irgendwie erschüttern oder ernstlich beeinflussen kann. (Zeitschr. f. angew. Chemie, 29. Jahrg., Bd. I, S. 313–319, 326–331.)

Über die Reindarstellung von Stickstoff durch Zersetzung von Aziden im Hochvakuum berichtet *E. Tiede* in den Berichten der Dtsch. Chem. Ges., Bd. 49, S. 1742 bis 1745. Bei seinen in Gemeinschaft mit *E. Domke* ausgeführten Untersuchungen über den aktiven Stickstoff hat Verfasser beobachtet, daß man durch vorsichtige Zersetzung von Bariumazid außerordentlich reinen Stickstoff gewinnen kann. Ebenso wie Bariumazid lassen sich die stickstoffwasserstoffsäuren Salze aller Alkali- und Erdalkalimetalle mit Ausnahme des ziemlich explosiven Lithiumazides hierzu verwenden. Zur Zersetzung dieser Verbindungen benutzte Verf. ein 10 mm weites Röhrchen aus Jenaer Glas, das mit einer *Gaede*-Luftpumpe durch einen Schliff verbunden war und

durch ein Paraffin- oder Sandbad geheizt wurde. Die Azide wurden aus der 5-prozentigen Stickstoffwasserstoffsäure des Handels durch Neutralisieren mit den entsprechenden Metallhydraten, nachfolgendes mehrfaches Umkristallisieren und Trocknen im Vakuum hergestellt und in einer Menge von 0,5 g zu jedem Versuch angewandt. Die vom Verf. bereits früher gemachte Beobachtung, daß die Temperatur des Zersetzungsbeginns höher liegt als die Temperatur, bei der die weitere Zersetzung des Azids vor sich geht, wurde bei den Erdalkaliaziden durchaus bestätigt. Offenbar handelt es sich hier um eine katalytische Wirkung des fein verteilten Metalls, das bei Beginn der Zersetzung entsteht. So liegt bei dem Natriumazid die Anfangstemperatur der Zersetzung bei 330°, während hernach eine gleichmäßige Stickstoffentwicklung schon bei etwa 280° erfolgt. Die entsprechenden Temperaturen liegen bei den Aziden der Erdalkalien wesentlich niedriger, so betragen sie bei dem Calciumazid 110 bzw. 100°, bei Strontiumazid 140 bzw. 110° und bei Bariumazid 160

bzw. 120°. Während sich die Alkalimetalle hierbei in glänzenden, silberweißen Spiegeln an den Wandungen des Zersetzungsgefäßes abscheiden, bilden die Erdalkalimetalle zunächst schwarze Pulver, die erst bei andauernder Erhitzung vom Boden des Rohres allmählich als Spiegel an die Wandungen destillieren. Die als außerordentlich fein verteilte schwarze Pulver abgeschiedenen Erdalkalimetalle flammen auf, wenn man in das Rohr langsam Luft einströmen läßt, und unmittelbar darauf ist ein starker Ammoniakgeruch bemerkbar. Wurden die Pulver, die hierbei ihre schwarze Farbe behielten, sodann an der Luft erhitzt, so gingen sie unter abermaliger Feuererscheinung in rein weißes Oxyd über; offenbar tritt also zunächst Nitridbildung ein. Bei vorsichtiger Temperatursteigerung verläuft der Zerfall der Azide ohne Explosion und völlig gefahrlos, einzelne Azide entwickelten, nachdem sie einmal auf die Anfangstemperatur erhitzt waren, schon von 50° an Stickstoff, der in allen Fällen außerordentlich rein war.

A. Sander, Darmstadt.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Königliche Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam.

Proceedings, Band XX, Nr. 2.

J. J. van Laar, *Kritische Temperatur und kritischer Druck von Quecksilber und Phosphor*. Nach früher abgeleiteten Formeln werden unter Heranziehung neuerer Versuchsdaten die folgenden kritischen Werte berechnet: Für Quecksilber: $T_k = 1172^\circ$ abs. $= 900^\circ$ C; $p_k = 180$ Atm. Für Phosphor: $T_k = 948,1^\circ$ abs. $= 675^\circ$ C; $p_k = 80$ Atm.

J. Koppel.

J. M. Burgers, *Adiabatische Invarianten mechanischer Systeme*. (I, II und III). I. Von P. Ehrenfest stammt die folgende, von ihm als „Adiabatenhypothese“ bezeichnete Vermutung: Geht man von einer quantentheoretisch zulässigen Bewegung eines Systems aus und verändert dasselbe durch unendlich langsame Beeinflussung eines äußeren Parameters, z. B. durch Anwachsenlassen der magnetischen, bzw. elektrischen, Feldstärke im Zeeman- und Starkeffekt („Unendlich langsamer adiabatischer Prozeß“), so ist die Bewegungsform, in welche die ursprüngliche bei diesem Prozeß nach der gewöhnlichen Mechanik übergeht, vom Standpunkt des neuen Systems wieder eine quantentheoretisch zulässige. Hieraus folgt, daß diejenige mechanische Größe, welche man in der Quantentheorie dem Planckschen Wirkungsquantum h proportional setzt, während der ganzen Dauer der adiabatischen Beeinflussung unverändert oder „adiabatisch invariant“ bleiben muß. — Schon Ehrenfest selbst hatte bewiesen, daß bei periodischen Vorgängen das über eine Periode erstreckte Integral $\int \Sigma p_i dq_i$, welches nach der Sommerfeldschen Theorie ein Multiplum von h sein muß, in der Tat eine adiabatische Invariante ist. Burgers erbringt den Beweis, daß sich die Adiabatenhypothese auch im Falle bedingt periodischer Bewegungen bestätigt. Es gelingt ihm zu zeigen, daß die Eigenschaft der adiabatischen Invarianz hier den Größen $\int p_i dq_i$ einzeln zukommt, wenn man zwischen den betreffenden Librationsgrenzen integriert. Es sind dies dieselben Größen, welche von Schwarzschild und Epstein gleich $n_i h$ gesetzt wurden.

II. Es gibt bekanntlich Spezialfälle bedingt periodischer Bewegungen, in denen das Schwarzschild-Epsteinsche Kriterium für die Auswahl der für die Quantelung berechtigten Koordinaten vieldeutig wird. Um dieselben festzulegen, hat Schwarzschild eine Hilfsannahme eingeführt, welche zunächst

willkürlich schien. Nach den Untersuchungen von Burgers erweist sich indessen gerade nur diejenige Größe, welche nach dieser Annahme gleich $n_i h$ zu setzen ist, als adiabatische Invariante. Dadurch wird die Schwarzschildsche Hilfspothese stark gestützt.

III. In dieser Mitteilung geht Burgers nicht von den gewöhnlichen Lagenkoordinaten wie in den vorhergehenden aus, sondern von den Weierstraßschen sogenannten „Winkelkoordinaten“ und beweist in einfacher und eleganter Weise, daß, sofern man für ein System sämtliche Koordinaten so definieren kann, daß die ihnen zugeordneten Impulse konstant sind, diese Impulse sich gegenüber unendlich langsamen adiabatischen Prozessen invariant verhalten. (Dabei wird vorausgesetzt, daß zwischen den mittleren Bewegungen keine Kommensurabilitäten bestehen.) In diesem Satz sind die Resultate der ersten Mitteilung enthalten.

Paul S. Epstein.

J. B. Burgers, *Spektrum eines rotierenden Moleküls nach der Quantentheorie*. Es wird das folgende System betrachtet: Ein starres Molekül ist um eine feste Achse drehbar, im Felde des (elektrisch geladenen) Moleküls bewegt sich ein Elektron. Burgers findet für die Ausstrahlung dieses Systems eine Formel von derselben Struktur wie die Bjerrumsche Formel für das Rotationspektrum. — Die Untersuchung verdient hauptsächlich in methodischer Hinsicht Beachtung, weil hier unter Benutzung eines von Delannay stammenden Approximationsverfahrens zum ersten Mal der Versuch gemacht wird, eine allgemeinere Bewegung als eine bedingt periodische zu quanteln. P. S. Epstein.

II. Kamerlingh Onnes, C. H. Crommelin und P. G. Cath, *Isothermen zweiatomiger Stoffe und ihrer binären Gemische*. XIX. Eine vorläufige Ermittlung des kritischen Punktes des Wasserstoffs. Die Untersuchung des Temperatur-Druckdiagrammes von Wasserstoff im Kältethermostaten lieferte die folgenden kritischen Daten:

$T_k = 33,18^\circ$ K $= -239,91^\circ$ C; $p_k = 12,80$ int. Atm.

Hieraus berechnet sich die kritische Dichte zu 0,0330.

J. Koppel.

H. J. Waterman, *Amygdalin als Nahrung für Fusarium*. *Fusarium discolor* var. *triseptatum* assimiliert Amygdalin, und auf Kosten des assimilierten Amygdalins wird junges Mycelium gebildet. Im Vergleich zu Traubenzucker ist Amygdalin als Nahrung nicht minderwertig, wenigstens hinsichtlich des Trockengewichtes des Schimmels. — Benzaldehyd und in geringem Grade Blausäure hindern die Entwicklung von Fusarium in Traubenzucker enthaltenden Lösungen, wäh-

rend Zusatz von Emulsin in Amygdalin enthaltenden Lösungen das Wachstum ganz aufhebt. Dasselbe Emulsin hat praktisch keinen störenden Einfluß auf die Entwicklung von Fusarium in Traubenzuckerlösungen. Daher ist es unmöglich, daß, wenn Amygdalin als einzige Kohlenstoffquelle von Fusarium assimiliert wird, dieses Plucosid außerhalb der Zelle in größerer Menge in Traubenzucker, Benzaldehyd und Blausäure gespalten ist.

P. Rona.

Zwaardemaker, Über das Verhalten des Uranium-Herzens gegen elektrische Reize. Beschreibt die entgegengesetzten Wirkungen, die elektrische Reize (in Form einzelner Induktions-Öffnungsschläge und rhythmischer Folgen von Öffnungs- und Schließungsschlägen oder Sinusströmen) auf das isolierte Froschherz haben, wenn es einerseits durch Ausspülung des Kaliums zum Stillstand gebracht ist, andererseits nach Entfernung des Kaliums durch eine Salzlösung, die Uranium enthält, wieder zu normaler rhythmischer Tätigkeit angeregt worden ist. Die Mitteilung bildet die Fortsetzung früherer Studien über die Verschiedenheit der Reizbeantwortungen des „Uraniumherzens“ gegenüber dem Kalium-Folien-Herzen.

N. Voorhoeve, Eine Hypothese über die gegenseitige Beziehung zwischen einigen kombiniert auftretenden erblichen Abnormalitäten. Im Anschluß an die Untersuchung dreier Fälle, in denen die an und für sich seltenen Anomalien einer ungewöhnlichen Zartheit der Sehnen und mangelhafte Funktion der knochenbildenden Elemente und in einem Falle noch dazu Bluterkrankung vereinigt vorkamen; und zwar bei Vater und zwei Töchtern, wird als Arbeitshypothese die Auffassung entwickelt, daß es sich hier um eine erbliche Minderwertigkeit der Merenchymanlage handele.

A. Pütter.

P. Ehrenfest, Wodurch offenbart sich in den physikalischen Grundsätzen, daß der Raum drei Dimensionen hat? Der Verfasser ersetzt rein formal in bekannten Grundgesetzen der Physik die in diesen auftretenden Zahlgrößen, welche mit der Dimension 3 des Raumes im Zusammenhang stehen, durch Werte, die einer Dimension n des Raumes entsprechen würden und diskutiert die bei diesen allgemeineren Gesetzen auftretenden prinzipiellen Unterschiede in den Erscheinungen.

E. Freundlich.

W. J. H. Moll und L. S. Ornstein, Beitrag zur Erforschung der flüssigen Kristalle. II. Der Einfluß der Temperatur auf die Extinktion; weitere Versuche über den Einfluß des magnetischen Feldes.

C. J. v. d. Horst, Das Vorhirn der Synbranchiden. Abweichend von allen anderen Knochenfischen ist die Unterordnung der Synbranchidae (Synbranchus und Monopterus) im Bau ihrer Gehirne dadurch ausgezeichnet, daß die beiden Großhirnhemisphären median mit einander verwachsen sind. Die Verwachsung ist keine oberflächliche, vielmehr findet in ihrem Bereich Überkreuzungen von Faserzügen statt. Es werden die Lageverschiebungen beschrieben, die die Kerne wie die Furchen der Vorderhirne durch die Verwachsung erleiden. Der Vorgang der Verwachsung wird als der letzte Schritt einer Entwicklungsreihe aufgefaßt, die an den Gehirnen der Ganoiden und Teleostier zu verfolgen ist.

A. Pütter.

W. de Sitter, Über die Krümmung des Raumes. Ausgehend von Ansätzen, die Einstein in seiner allgemeinen Relativitätstheorie gemacht hat, und davon etwas verschiedenen eigenen Ansätzen, diskutiert der Verfasser einige Möglichkeiten, um auf astronomischem Wege Anhaltspunkte für eine Krümmung des Raumes zu gewinnen.

E. Freundlich.

F. M. Jaeger, Untersuchungen über Pasteurs Prinzip der Beziehung zwischen molekularer und kristallographischer Asymmetrie. III. Racemische und optisch aktive Komplexsalze des dreiwertigen Rhodiums. Die Kristallform der folgenden Verbindungen ist gemessen und bei den aktiven Stoffen auch die optische Dre-

hung in einem weiten Spektralbereich (Rotationsdispersion) bestimmt worden. (En-Äthylendiamin) (Rh Cl₃) Na₃ · 12H₂O · Rac. (Cr En₃) Cl₃ · 3H₂O · Rac. (Rh En₃) Cl₃ · 3H₂O · L (Rh En₃) Cl₃ · d. C₄H₄O₆ · 4HO (d. tartrat) · L (Rh En₃) Br₃ · 2H₂O · Rac. und L. (Rh En₃) J₃ · aq. · Rac. und L (Rh En₃) (NO₃)₃. Beim optisch aktiven Bromid und Jodid zeigt sich trotz großer Werte der optischen Drehung keine Andeutung von Hemiedrie der Kristalle. — Aus dem Vergleich der Kristallmessungen mit den früher an Kobaltsalzen ausgeführten wird geschlossen, daß diese Co- und Rh-Salze mit demselben Drehungssinn auch dieselbe Konfiguration besitzen.

F. M. Jaeger, Untersuchungen über Pasteurs Prinzip usw.: IV. Racemische und optisch aktive Komplexsalze der Rhodium-tri-Oxalsäure. Rac. Rhodium-Kaliumoxalat erleidet bei der Kristallisation keine Spaltung, kann aber bei Anwendung des entsprechenden Strychninsalzes in die optischen Antipoden zerlegt werden. Diese kristallisieren trigonal-trapezödrisch in enantiomorphen Kristallen. Die optische Drehung ist sehr stark von der Wellenlänge abhängig: sie ist beim D-Salz z. B. für λ 4860 = 356°, λ 5970 = 0°, λ 6945 = -27,4°. Die aktiven Salze zeigen keine erhebliche Neigung zur Autoracemisierung. — Vom rac. Rhodium-Kaliummalonat und dem rac. Iridium-Kaliumoxalat wurden die Kristallformen gemessen.

F. M. Jaeger, Zwei kristallisierte isomere d-Fruktose-Pentaacetate. Die beiden Isomeren besitzen dieselbe Symmetrie und auch Beziehungen der Parameter; es scheint sich aber nicht um Polymorphie, sondern um echte chemische Isomerie zu handeln.

F. M. Jaeger und R. T. A. Mees, Komplexe Salze der Ferri-Malonsäure. Die Salze der Ferri-Malonsäure [Fe (C₃H₂O₄)₃] M · aq (M = K, (NH₄), Na, Rb, Cs, Tl) wurden dargestellt und kristallographisch untersucht; sie treten jeweils in mehreren Hydraten auf, die z. T. rhombisch, z. T. triklin kristallisieren. Alle Versuche, diese Verbindungen mit Hilfe optisch-aktiver Basen (Strychnin, Brucin usw.) in aktive Komponenten zu zerlegen, hatten keinen Erfolg.

F. M. Jaeger und J. Kahn, Einige isomere komplexe cis- und trans-Diäthylendiaminsalze des Kobalts und Tri-Äthylendiamin-Zinkchlorid. Nach Werner können alle Verbindungen des Typus [Co (X')₂ (Y')₄] in zwei räumlich isomeren Reihen auftreten, die als cis- und trans-Salze unterschieden werden. Wenn nun die 4 einwertigen Gruppen Y' durch 2 zweiwertige Gruppen, z. B. En (s. oben), ersetzt werden, so ergibt sich für die cis-Verbindungen, aber auch nur für diese, die Möglichkeit der Spiegeldisomerie, d. h. die in normaler Weise hergestellten Salze sind racemisch und durch geeignete Verfahren in die optisch aktiven Komponenten zu spalten. — Von den folgenden hierhergehörigen Stoffen sind die Kristallformen bestimmt worden: Rac. cis- [Co (NH₃)₂ (En)₂] Cl₃ · H₂O, sowie analoges Bromid, Jodid und Nitrat; trans- [Co (NH₃)₂ (En)₂] J₃; Rac. cis- [Co (NO₂)₂ (En)₂] NO₃ und Rac. cis- [Co (NO₂)₂ (En)₂] NO₂ sowie die dazugehörigen trans-Formen. Ferner ist gemessen [Zn (En₃)] Cl₃ · 2H₂O.

J. Koppel.

B. P. Haalmeijer, Über elementare Oberflächen dritter Ordnung.

E. H. Büchner, Die Siedepunktslinie des Systemes: Hexan-Nitrobenzol. Die Siedepunktslinie der beiden genannten Stoffe zeigt kein Minimum, im Gegensatz zu früheren Behauptungen von anderer Seite und in Übereinstimmung mit einer vom Verfasser aufgefundenen empirischen Regel. Dieser Fall zeigt, daß nicht mischbare Flüssigkeiten, deren einer Bestandteil einer homologen Reihe angehört, ganz verschiedene Typen der Entmischungserscheinungen aufweisen können.

J. Koppel.

J. K. A. Wertheim Salomonson, Über Photographie des menschlichen Augengrundes. Verfasser hat das durch eine Ophthalmoskoplinse erzeugte umgekehrte in-

direkte Augengrundbild mittelst einer photographischen Camera aufgenommen. Die hierbei durch die Ophthalmoskoplins im Abbildungsrohr mit abgebildetem Lichtreflexe der brechenden Medien des untersuchten Auges wurden „fast unsichtbar mittelst zweier kleiner Blenden“ gemacht. Als Lichtquelle diente eine kleine Bogenlampe von 4—5 Ampere, Expositionszeit $\frac{1}{14}$ bis $\frac{1}{30}$ Sekunde. Der Durchmesser der erhaltenen, auf einer Tafel beigegebenen, Bilder ist 40 mm, die Ver-

größerung 4,7-fach, das Gesichtsfeld 33° , d. i. $5\frac{1}{2}$ Pupillendurchmesser. Die genauere Beschreibung seines neuen „Photographie-Ophthalmoskops“ an anderer Stelle steht noch in Aussicht.

Über die Photographie des Augengrundes bzw. zen-trische Ophthalmoskopie wurde in dieser Zeitschrift Bd. I, 1913, Heft 40, S. 945—950, bzw. Bd. IV, 1916, Heft 34, S. 521 und Heft 37, S. 567, berichtet.

Hugo Wolff.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band 35, Heft 7, 1917.

(Ausgegeben am 20. Oktober 1917.)

Konidiosporenbildung bei *Microchaete calothri-choides* Hg.; von Otto Baumgärtel. Verfasser fand die Oberfläche einer verkommenen Seytonemakultur von einer bestäubten Schleimhaut bedeckt, welche dieses Aussehen dadurch erlangt hatte, daß sich die Filamente von *Microchaete calothrichoides* Hg. aus dem Gallertsubstrate erhoben und in die Luft ragend rigide Fadenbüschel bildeten. Die Zellen der Luftfäden waren mit farblosen Reservestoffen vollgepfropft, besaßen eine gelbliche Membran und ragten über das Scheidenende hinaus, wobei ihr Zusammenhang sich lockerte und sie einzeln abgeschnürt wurden. In der feuchten Kammer kultiviert, ergrünte der Inhalt dieser Zellen, die gelbe Membran verblaßte und wurde erweicht, so daß ohne weiteres Teilung der Zellen eintreten konnte. Eine der beiden ersten Tochterzellen entwickelte sich im folgenden zur Heterocyste; schließlich bescheidete sich der junge Faden. Diese modifizierten Luftzellen faßt der Verfasser als *Konidiosporen* auf, deren Aufgabe es ist, die Luftbewegung als Verbreitungsmittel ausnützend, während der Vegetationszeit die Verbreitung zu besorgen.

Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons aus dem Kochel- und dem Walchensee in Bayern; von Bruno Schröder. (Mit 4 Textabb. und 1 Tafel.)

Über das Nektarium von *Callitha palustris* L.; von August Schulz. Der Nektar wird bei dieser Art nicht, wie die Autoren angeben, in einer flachen Vertiefung an jeder Seitenflanke jedes der aus einem Fruchtblatte gebildeten Fruchtknoten der Blüte, sondern von flachen Polstern abgesondert, die sich an diesen Stellen auf der gewölbten Oberfläche des Fruchtknotens befinden. Die Epidermiszellen dieser Nektarien haben die Form von länglich-keulenförmigen oder flaschenförmigen Papillen.

Über Zwerggenerationen bei *Pogotrichum* und über die Fortpflanzung von *Laminaria*; von P. Kuckuck. (Mit 5 Abbild. im Text.) Die Erscheinungen der Prosperie bei *Pogotrichum* — den entwickelten radiär gebauten Pflanzen gehen dorsiventrale Scheibepflanzen voraus mit zentralem Sporangiensorus — wurden weiter verfolgt. Die Aussaat der Sporen der Spätform ergab Zwergpflanzen, die auf eine einzige vegetative Zelle mit plurilokulärem Sporangium reduziert sein können. Die Verhältnisse von *Pogotrichum*, die Verfasser schon früher für die Betrachtung der Generationswechselerscheinungen bei den Algen und im Pflanzenreich überall herangezogen hatte, werden hier in Verbindung gebracht mit den neuen schönen Entdeckungen, die *Sauvageau* bei den Laminariaceen machte. Aussaaten von Sporen der *Laminaria saccharina*, die von Helgoland beschafft wurde, ergaben die volle Bestätigung der überraschenden Angaben von *Sauvageau*. Aus den Sporen der unilokulären Sporangien keimen mikroskopische Zwergpflanzen, die entweder Oogonien oder Antheridien tragen. Die großen bisher allein bekannten Pflanzen stellen also den Sporophyten, die Zwergpflanzen den Gametophyten dar. Der Vergleich zwischen *Pogotrichum* und *Laminaria* gilt nur mutatis

mutandis, läßt es aber geraten erscheinen, die Laminariaceen — wenigstens vorläufig — von den Phaeosporaeen nicht abzutrennen.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band 35, Heft 8, 1917.

(Ausgegeben am 21. Dezember 1917.)

Teleologie der Wirkungen von Frost, Dunkelheit und Licht auf die Keimung der Samen; von Wilhelm Kinkel. Nach Durchprüfung der Samen von 900 Pflanzenarten gibt der Verfasser unter Hinweis auf sein 1912 erschienenes Buch „Frost und Licht usw.“ (Verlag E. Ulmer) und dessen Nachträge einen zusammenfassenden Überblick über die beobachtete Zweckmäßigkeit der besonderen Anpassung der Samen an die ihre Keimung ± stark beeinflussenden Faktoren. Die Versuche ergaben unzweifelhaft, daß Klima und Boden fort und fort eine Auslese von solchen Samenindividuen schaffen, die je nach Lage des Wohnorts ihrer Mutterpflanzen verschieden langer und starker Einwirkungen von Frost, Dunkelheit und Licht zu normaler Keimung und Weiterentwicklung bedürfen.

Das während des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten entstehende Sekret; von Arthur Meyer. Die in den Chloroplasten liegenden Grana und die Öltröpfchen, welche letztere Sachs, Brioso u. a. für fettes Öl gehalten, Arthur Meyer und Schimper dagegen schon von Öltröpfchen unterschieden hatten, sind Tröpfchen eines während der Assimilation entstehenden Sekretes, welches sicher kein fettes Öl ist. Mit Rücksicht auf dieses Sekret glaubt Verfasser, sich den Assimilationsvorgang durch folgende Formel versinnbildlichen zu können: $m \text{ CO}_2 + n \text{ H}_2\text{O} = p \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \alpha$ Assimilationssekret + $(m + y) \text{ O}_2$, eine Formel, welche auch der Tatsache Rechnung trägt, daß anscheinend bei der Assimilation etwas mehr O_2 entsteht, als der alten Formel $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} = 6 \text{ O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ entspricht.

Ein neuer kristallisierter Inhaltsstoff in den unterirdischen Organen von *Geranium pratense* L. und seine Verbreitung innerhalb der Familie der Geraniaceae; von Christian Wimmer.

Die Farbstoffzellen von *Ricinus communis* L.; von Otto Baumgärtel. (Mit 1 Textfigur.) Untersucht wird die anatomische Verteilung des Farbstoffes: die Farbstoffzellen, welche teils dem Hautgewebe (epithelialer Typus), teils dem Grundgewebe (longitudinaler Typus) angehören. Die Untersuchung des roten Farbstoffes selbst wollte prüfen, ob dieser als roter „Gerbstoff“ oder als „Gerbstoff“ + rotes, isolierbares Pigment anderer Natur anzusprechen wäre. Es ergab sich, daß die am meisten geröteten Pflanzenteile die „Gerbstoff“-Reaktionen am intensivsten eintreten ließen. Außerdem blieben alle charakteristischen Reaktionen (Färbung mit Eisensalzen, Rötung der farblosen Lösung des „Chromogens“ in Wasser, Formalin, Alkohol bei Säurezusatz) aus, wenn ein Wasserauszug von zerkleinertem Material, der vorher die Reaktionen ergeben hatte, mit Eieralbumin durchgeschüttelt und die eintretende Fällung abfiltriert worden war. Die mit Eiweiß ausgefällte Substanz war also die Trägerin der „Gerbstoff“-Reaktionen und des Chromogens, d. h. der Farbstoff von *Ricinus* hat sich als rotgefärbte Modifikation eines „Gerbstoffes“ erwiesen.

Vererbungsversuche mit Veronica syriaca Roem. et Schultes; von Ernst Lehmann. (Vorläufige Mitteilung.) Durch Bestäubungsversuche wurde Selbststerilität bei *Veronica syriaca* und einfache Mendelsche Vererbung von Farbenvarietäten festgestellt. Bei der gleichen Art wurden an Kelch- und Kronenvariationen sehr reiche Rassen (ca. 90 % der letzteren) aufgefunden und deren korrelative Beziehungen unter variationsstatistischen und morphologischen Gesichtspunkten betrachtet.

Über regenerative Mißbildung an Blütenköpfchen; von K. Linsbauer. (Mit 2 Abbildungen im Text.) Es wird gezeigt, daß die wiederholt beschriebenen „Abnormitäten“ an Blütenköpfchen von *Helianthus annuus*, die neuestens wieder als „florale Prolifikationen“ erklärt wurden, als Mißbildungen infolge frühzeitiger Verletzungen des Vegetationspunktes aufzufassen sind. Die abnorme Aufblühfolge wird in Parallele gebracht mit einer analogen Entwicklung normaler Dipsaceenköpfchen und vermutungsweise auf die durch die Verletzung veränderten Spannungsverhältnisse in der meristematischen Zone zurückgeführt; sie kann als Ausdruck einer *Morphästhesie* im Nollschen Sinne betrachtet werden.

Über die Benennung, Stellung und Nebenfruchtformen von Sphaerella Fries; von Franz v. Höhnelt. Es wird nachgewiesen, daß die Gattung *Sphaerella* Fr. bis auf weiteres *Carlia* Rbh. zu heißen hat und zu den Dothideales gehört. Ihre Nebenfruchtgattungen sind die Hyphomyceten *Cercospora*, *Pattulosa*, *Fusicladiella* v. H., *Cercosporidium*, *Cercosporiella* und *Ramularia*, die Pycnidienpilze *Leptoria* (*Phlocospora*, *Septogloeum*, *Cylindrosporium* Sacc. usw.) sowie *Stictochorella* v. H. und *Plectophoma* v. H.

System der Diaporthen; von Franz v. Höhnelt. Unter den Sphaeriaceen wurde auf Grund des Perithecienkernes die natürliche Familie der Diaporthen erkannt und beschrieben. Das in analytische Form gebrachte System derselben umfaßt 33 Gattungen, darunter auch *Phoma* Fries und 6 neue. Den Schluß bildet ein Verzeichnis der Grundarten der Gattungen.

Über die Nachtgerste bei griechischen Schriftstellern des Altertums; von August Schulz. Die Nachtgerste wird bereits von dem Stifter der pneumatischen Ärzteschule, *Athenaios* aus Attaleia, der im 1. Jahrhundert n. Chr. lebte, sowie von dem bekannten Schriftsteller und Arzte *Galenos*, der im zweiten Jahrhundert n. Chr. lebte, erwähnt. Dieser kennt sie als Kulturpflanze Kappadokiens; wo sie zu *Athenaios'* Zeit angebaut wurde, ist nicht bekannt. Ebenso ist nicht bekannt, zu welcher Form oder welchen Formen die Nachtgerste dieser Schriftsteller gehört.

Lichtabfall oder Lichtrichtung als Ursache der heliotropischen Reizung?; von A. Heilbronn. Die im Thema gestellte Frage wird im zweiten Sinne beantwortet, da etioliierte Haferkeimlinge von entgegengesetzten Seiten gleich stark, aber einmal mit diffus, das andere Mal mit gerichtetem Lichte bestrahlt, sich zur Quelle des letzteren hinkrümmen. Die Fähigkeit zur Wahrnehmung des Lichtreizes wird als in der einzelnen Zelle und nicht im mehrzelligen Gewebekomplex lokalisiert angesehen.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band 35, Heft 9, 1917.

(Ausgegeben am 24. Januar 1918.)

Über die Festigkeit der Ruhe panachierter Holzgewächse; von Georg Lakon. Vollständig chlorophylllose Zweige des panachierten *Acer negundo* treiben, ins Warmhaus gestellt, schon im Herbst aus, was die grünen Zweige desselben Baumes nie tun. Sie besitzen somit im Gegensatz zu den letzteren keine feste Ruheperiode, was mit der vom Verf. vertretenen Ansicht über das Wesen der Periodizität im Einklang steht. Eine feste

Ruhe ist nur dort möglich, wo infolge intensiver Assimilation eine Überanhäufung organischer Substanz eintreten kann, welche zur Inaktivierung der Fermente führt. Die vorliegenden Versuche ergänzen somit die früheren Studien des Verf. über die jährliche Periodizität panachierter Holzgewächse.

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 8. Über organische, kristallisierende Stoffe in Gentiana germanica; von Hans Molisch. Aus den Blättern von *Gentiana germanica* erhält man durch Mikrosublimation einen leicht kristallisierbaren Stoff von gelber Farbe, der vorläufig mit keinem bekannten identifiziert werden konnte und als *Gentiolutein* bezeichnet wird. Überdies erhält man in der Oberhaut und dem Mesophyll des Blattes der gleichen Pflanze unter dem Einfluß wasserentziehender Mittel oder verschiedener Säuren reichliche, kristallisierte Niederschläge, die aber nicht dem *Gentiolutein* angehören, sondern einem andern Körper.

Das ergastische Organeiweiß und die vitulogenen Substanzen der Palisadenzellen von Tropaeolum majus; von Arthur Meyer. Nach einer Hypothese des Verfassers bestehen die protoplasmatischen Organe der Zelle aus zwei Arten von Massenteilen, den Molekülen und den nur in der lebenden Zelle existenzfähigen Vitülen. Aus den Molekülen bestehen die ergastischen Substanzen. Unter ihnen ist das ergastische Organeiweiß von großer Wichtigkeit. Versuche mit *Tropaeolum*-blättern haben gezeigt, daß dieses Organeiweiß auswandern und wieder neu gebildet werden kann, wobei die betreffenden Organe an Größe ab- und zunehmen. Beim Vergilben nahm die Kernsubstanz um 38 %, die Chloroplastensubstanz um 61 %, das Zytoplasma um 63 % ab. Die in den Zellen toter Blätter übrig gebliebenen Reste bestehen nach Ansicht des Verf. im wesentlichen aus vitulogenen, d. h. durch Zerfall der Vitüle entstandenen Substanzen. — Beiläufig wird das Mengenverhältnis zwischen der Kern-, Plasma- und Chloroplasten-Substanz festgestellt für Palisadenzellen dunkelgrüner *Tropaeolum*-Blätter 1 : 4,7 : 9,4 und gelber *Tropaeolum*-Blätter 1 : 2,8 : 5,9.

Die chemische Zusammensetzung des Assimilationssekretes; von Arthur Meyer. Die Tröpfchen des Assimilationssekretes sind bei 120° flüchtig, in Äther löslich, reduzieren Osmiumsäure und Salpetersäure, Silber usw. Es zeigte sich, daß die flüchtigen Bestandteile der Blätter schon mit Wasserdampf übergehen. Verf. glaubt danach und aus anderen Gründen, daß die Substanzen, die *Reinke*, *Curtius* und *Franzen* aus verschiedenen Blättern durch Destillation derselben mit Wasser erhielten und genau untersuchten, größtenteils aus dem Assimilationssekret stammen. Darunter spielt das α , β -Hexylenaldehyd und Verwandte desselben eine Hauptrolle.

Phytoplankton aus dem Schlawasee; von Bruno Schröder. In dem 1185 ha großen Schlawasee wurden 83 Schwebepflanzen aufgefunden. Unter ihnen bildeten mehrere Schizophyceen eine polymikte Wasserblüte im Gegensatz zu den durch Überwuchern einer Art hervorgerufenen monotonen. Das Plankton zeigte einen vorwiegend fädigen Charakter. *Ceratium hirundinella* war am häufigsten und zwar in schlanken dreihörnigen Formen vom *Brachyceroideis*, *Furcoides* und *Silesiacum*typus. Neu sind: *Peridinium Cunninghami* var. *pseudoquadridens*, *P. Willet* var. *geniculatum*, *Tetradion limneticum* var. *simplex* und *Gonatozygon Brébissoni* var. *intermedium*. Von seltenen Arten fanden sich *Lauterborniella elegantissima*, *Pediastrum triangulum*, *Tribonema depauperata*, *Planctoneum Lauterbornei* und *Coelosphaerium reticulatum*. *Aphanizomenon Flos-aquae* bildete Entwicklungsstadien, die vielleicht als *Hormogonien* aufzufassen sind. Auch *Sphaerotilus natans* war unter die fädigen Formen des Planktons geraten.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 30.

26. Juli 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Baron Roland v. Eötvös zum 70. Geburtstage. Seine Untersuchungen über die Gravitation. Von *Prof. Dr. Karl Tangl, Budapest.* S. 445.

Submikroskopische Experimentalphysik. (Bericht über die Ehrenhaften Arbeiten.) Von *Dr. D. Konstantinowsky, Wien.* (Fortsetzung.) S. 448.

Ueber die Verbreitung der Krankheiten auf der Erde. Von *Privatdozent Dr. L. R. Grote, Halle.* S. 451.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Die erdkundliche Woche zu Berlin. S. 453.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom. Das Problem der Krebsentstehung. Experimentelle Untersuchungen über Luftembolie. Avifauna des unteren Senegalgebietes. Zur Hydrophysik des Zürichsees. Neue Berechnung der Schwerestörungen auf dem Atlantischen Ozean. S. 454–456.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Raum — Zeit — Materie

Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie

Von **Hermann Weyl**

Preis M. 14.—

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von **Erwin Freundlich**

Mit einem Vorwort von **Albert Einstein**

Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage — Preis M. 3.60

*Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von **Moritz Schlick**

Preis M. 2.40

*Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher auf geheftete 20 %, auf gebundene 30 %

Verlag der C.F. Müllerschen Hofbuchhandlung m. b. H., Karlsruhe (Baden)

Soeben erscheint:

Zu Max Plancks sechzigstem Geburtstag

Ansprachen gehalten am 26. April in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft von E. Warburg; Planck und die Deutsche Physikalische Gesellschaft; M. von Laue: Plancks thermodynamische Arbeiten; A. Sommerfeld: Ueber die Entdeckung der Quanten; A. Einstein: Motive des Forschens, nebst einer Erwiderung von M. Planck.

36 Seiten 8^o mit einer Abbildung. Broschiert Preis M. 1.20.

Zu beziehen durch die Buchhandlungen und auch vom Verlag.

(141)



Handbuch der Mineralchemie, herausgegeben von C. Doelter,

Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von G. Steinmann und O. Wilckens, Goldschmidt, V., Atlas der Kristallformen, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, liefert zur Erleichterung der Anschaffung auf Wunsch gegen erleichterte Zahlungsbedingungen. Anfragen erbeten an

Buchhandlung Hermann Meusser,

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Von

Dr. W. Ahrens in Rostock

Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10 ccm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Baron Roland v. Eötvös zum 70. Geburtstage.

Seine Untersuchungen über die Gravitation.

Von Prof. Dr. Karl Tangl, Budapest.

Baron R. von Eötvös' Untersuchungen über Proportionalität der trägen und der schweren Masse sind in Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie von grundlegender Bedeutung geworden. Da Eötvös' Forschungen über Gravitation wenig bekannt zu sein scheinen, so dürfte ein kurzer orientierender Bericht über diese Arbeiten das Interesse der Physiker finden. Eine willkommene Veranlassung dazu bildet der Umstand, daß Baron R. v. Eötvös am 27. Juli seinen 70. Geburtstag feiert. Der Gruß der Physiker sei dem unermüdeten Forscher entboten, der in stiller Arbeit Bedeutendes schuf.

Eötvös' Name wurde zuerst durch seine Arbeiten über Kapillarität bekannt¹⁾. Die Frucht dieser Untersuchungen war das Eötvössche Gesetz über die molekulare Oberflächenenergie der Flüssigkeiten, das seitdem Gemeingut der Wissenschaft geworden ist. Seit dem Jahre 1887 ist Professor v. Eötvös fast ausschließlich mit der Erforschung der Schwere und Gravitation beschäftigt. Es soll ganz kurz der hauptsächliche Gegenstand und Methode dieser Untersuchungen behandelt werden.

Bei diesen Experimenten handelt es sich in erster Reihe um die Bestimmung der räumlichen Variationen der Schwerkraft. Das Pendel läßt dieselben nur bei Beobachtungen an Orten, die weit von einander getrennt sind, erkennen; die Wage, obwohl empfindlicher, gibt nach v. Jolly nur die Änderung der Schwere in der Vertikalen. Mittels der Eötvösschen Instrumente lassen sich die Variationen an Punkten von einigen Dezimetern gegenseitigem Abstand, d. h. durch Beobachtungen an einem einzigen Orte bestimmen²⁾.

Bekanntlich läßt die Schwere ein Potential zu, dessen Differentialquotienten nach den Koordinaten die entsprechenden Schwerekomponenten darstellen. Die räumlichen Variationen der Schwerkraft sind durch deren Differentialquotienten nach den Koordinaten charakterisiert, d. h. durch die zweiten Differentialquotienten des Potentials. Es gibt deren 5 unabhängige, wovon 4 nach Eötvös meßbar sind. Legt man durch einen Punkt A des Schwerefeldes ein Koordinatensystem,

dessen z -Achse die Richtung der Schwerkraft hat, dessen x - und y -Achse also horizontal sind, so ist die Beschleunigung $g = \frac{\partial U}{\partial z}$, wenn U das Potential ist. Die Eötvössche Methode liefert

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x} \text{ und } \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = \frac{\partial g}{\partial y}.$$

Diese Quotienten hängen eng mit den Krümmungsverhältnissen der Niveaufläche und der Kraftlinie zusammen, die man durch A legen kann. Die z -Achse ist die Normale im Punkte A der Niveaufläche. Legt man die x - und y -Achse in je einen Hauptabschnitt der Niveaufläche und sind ϱ_1 und ϱ_2 die Krümmungshalbmesser der Schnittkurven mit der x_2 - bzw. y_2 -Ebene, die Hauptkrümmungsradien der Niveaufläche, so wird

$$\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2} = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right); \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = 0.$$

(g = Beschleunigung in A .) Die übrigen zwei Quotienten $\frac{\partial g}{\partial x}$ und $\frac{\partial g}{\partial y}$ haben eine anschauliche Bedeutung: sie geben die Änderung der Größe der Schwerkraft, wenn man in Richtung der x - bzw. y -Achse um 1 cm fortschreitet ($dx = 1, dy = 1$).

Sie sind außerdem mit der Gestalt der Kraftlinie in A verknüpft. Die Kraftlinie steht senkrecht zur Niveaufläche, ist aber natürlich gekrümmt. Schreitet man auf ihr mit 1 cm nach unten, nach B (Fig. 1), so hat die Schwerkraft dort eine andere Richtung als in A , denn die Kraftlinie ist gekrümmt und ihre Tangente zeigt die Richtung der Schwerkraft an. Nun kann man denken, daß diese Richtungsänderung dadurch zustande kommt, daß in B zu der in A wirkenden Schwerkraft eine horizontale Kraftkomponente hinzutritt, die eben die Richtungsänderung bewirkt, und die mit der x -Achse einen Winkel α einschließt. Diese horizontale Kraft sei H , ihre Komponente nach der x - und y -Achse also $H \cos \alpha$ bzw. $H \sin \alpha$. Es ist leicht einzusehen, daß $H \cos \alpha = \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right) = \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x}$,

und ebenso $H \sin \alpha = \frac{\partial g}{\partial y}$ ist, und der Winkel, den die Schwerkraft in B mit jener in A einschließt,

$$= \frac{1}{g} \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y} \right)^2} \text{ ist.}$$

Zur Bestimmung dieser Quotienten bediente sich Professor Eötvös der Coulombschen Drehwage, und zwar in zwei verschiedenen Formen. Die erste Form ist ein horizontaler hohler Balken, an seinen beiden Enden mit Massen beschwert. Der Balken hängt an einem dünnen Platindraht und ist mit einem kleinen Spiegel versehen (Fig. 2).

¹⁾ Wied. Ann. 27, 448, 1886.

²⁾ Wied. Ann. 59, 354, 1896 und Rapport an Congr. Intern. de Phys. III. 371, 1900.

Mit dieser Wage wird die Richtung der Hauptkrümmungen sowie $\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}$ bestimmt, also die Werte von $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ und $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$, und zwar auf Grund folgender Überlegung: Wir denken uns durch den Mittelpunkt A des Balkens die Niveaufläche gelegt; da diese gekrümmt ist, ändert sich die Richtung der Schwerkraft längs des Balkens. Die Schwere G_1 und G_2 der Massen an den Enden haben also verschiedene Richtungen. Liegt der Balken in einem der Hauptschnitte, so bleiben G_1 und G_2 in jener Ebene, die man durch den Balken und die Normale von A (Platindraht) legen kann, das heißt, in der Normalebene durch den Balken. Bei jeder anderen Richtung des Balkens, wo er mit der Richtung der kleinsten Krümmung $\frac{1}{\varrho_1}$ den Winkel ϑ einschließt, tritt aber die Kraft G_1 und G_2 aus der durch den Bal-



Fig. 1.



Fig. 2.

ken gelegten normalen Ebene heraus, hat also eine Komponente senkrecht zu dieser Ebene. G_1 und G_2 geben also ein Drehmoment in bezug auf den Aufhängedraht, das den Balken in die Richtung von ϱ_1 zu drehen, den Winkel ϑ zu verkleinern strebt. Dieses Drehmoment ist gleich $\frac{K(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}) \sin 2\vartheta}{2}$, wo K mit großer Annäherung das Trägheitsmoment des Balkens in bezug auf den Aufhängedraht bedeutet. Dadurch wird der Draht um einen

Winkel φ gedreht und $\tau\varphi = \frac{K(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2})}{2} \sin 2\vartheta$.

In einer einzigen Stellung läßt sich nun zwar der Winkel φ nicht messen; dreht man aber den ganzen Wagekasten samt Torsionskopf um eine vertikale Achse, so daß der Balken mit ϱ_1 nunmehr den Winkel ϑ^1 einschließt, so verändert sich auch die Drillung des Drahtes, sie wird nun φ^1 , und $\varphi^1 - \varphi$ kann mit Hilfe der am Balken und Gehäuse befestigten Spiegel durch Skalenablesung gemessen werden.

Die räumlichen Variationen der Schwerkraft, namentlich die Verschiedenheit der Hauptkrümmungen der Niveaufläche haben also zur Folge, daß die relative Stellung des Balkens zum Gehäuse eine andere wird, wenn man das Gehäuse samt Torsionskopf um eine vertikale Achse dreht. Dreht man z. B. den ganzen Apparat um 90° , so dreht sich der Balken nicht auch um 90° ; diese Differenz wird mit Skala und Fernrohr gemessen. Schon drei Stellungen des Balkens genügen, um $\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}$ Richtung der Hauptkrümmungen, sowie $\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}$ zu bestimmen.

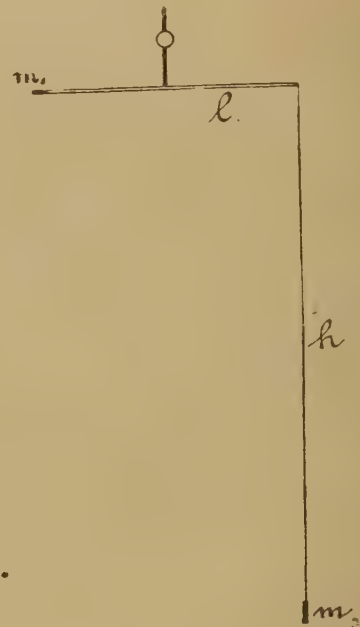


Fig. 3.

Die zweite Form der Coulombschen Wage,¹⁾ mit der $\frac{\partial g}{\partial x}$ und $\frac{\partial g}{\partial y}$ bestimmt werden, ist von der früheren nur dadurch verschieden, daß eine der Massen am Ende des Balkens unterhalb dieses angebracht ist (Fig. 3): sie hängt an einem Faden, der am Ende des Balkens befestigt ist.

Wir haben gesehen, daß infolge der Krümmung der Kraftlinie die Schwerkraft auf die untere Masse m_2 eine andere Richtung als die auf die obere m_1 annimmt; dies kann so gedeutet werden,

¹⁾ s. Heft 14 dieses Jahrganges, S. 166.

daß die Kraft auf m_2 von jener auf m_1 in einer horizontalen Komponente verschieden ist. Diese horizontale Komponente gibt wieder eine Drillung des Aufhangedrahtes (des oberen natürlich), die in einer einzigen Stellung wieder nicht meßbar ist; dreht man aber den ganzen Apparat mit 180° um eine vertikale Achse, so wird jetzt der Draht in entgegengesetzter Richtung um ebensoviel gedreht, das heißt: dreht man den Kasten um 180° , so dreht sich der Balken nicht auch um 180° . Die Differenz der Einstellung des Balkens relativ zum Kasten kann ebenso wie früher gemessen werden. Lag der Balken in Richtung der x -Achse, so ist obige Differenz proportional zu $\frac{\partial g}{\partial y} l h$ (Fig. 3).

Ebenso verfährt man, wenn man von der zur früheren senkrechten Stellung des Balkens ausgeht, wo er also in Richtung der y -Achse lag; durch eine Drehung um 180° bekommt man $\frac{\partial g}{\partial x} l h$.

Nach der kurz geschilderten Eötvösschen Methode können also die räumlichen Variationen der Schwere durch Beobachtungen an einer einzigen Stelle bestimmt werden, mit Ausnahme von $\frac{\partial g}{\partial z}$, der Veränderung der Größe der Schwere mit der Tiefe; in bezug auf diese Größe ist man auch weiterhin auf die Wage nach v. Jollys Methode angewiesen. Über die Einrichtung der Instrumente, sowie über die unter Professor Eötvös' Leitung in den verschiedensten Teilen Ungarns ausgeführten zahlreichen Messungen soll in dieser Zeitschrift in einem ausführlichen Aufsatz später berichtet werden.

In das Jahr 1890 fallen die klassischen Experimente Eötvös' über die Proportionalität der trägen und der schweren Masse¹⁾. Die Frage drängte sich in der Form auf, ob die Anziehung der Erde auf irdische Körper verschiedener materieller Konstitution verschieden sei. Gestützt auf Messungen mit der Coulombschen Wage erster Form konnte Prof. Eötvös die Frage mit viel größerer Genauigkeit beantworten, als vor ihm Newton und Bessel.

Die Schwerkraft ist die Resultante zweier Kräfte: der Anziehungskraft der Erde und der Zentrifugalkraft, einer Trägheitskraft. Diese zwei Kräfte sind im allgemeinen von verschiedener Richtung. Der Winkel ist nahezu gleich $180^\circ - \varphi$ (φ = geographische Breite). Ist also die Anziehungskraft auf verschiedene Substanzen verschieden, das heißt, ist die schwere Masse mit der trägen Masse nicht proportional, so müßte auch die Richtung der Schwerkraft als Resultante der beiden genannten Kräfte auf verschiedene Stoffe verschieden ausfallen. Würde die Anziehung auf 1 g träger Masse aus verschiedenem Stoffe um $\frac{1}{20\,000\,000}$ verschieden sein, so würde die Schwere auf beide Stoffe eine Richtungs-differenz von $\frac{1}{80\,000}$ Sekunde zeigen. Das Pendel ist viel zu

unempfindlich, um Richtungsänderungen solcher Größenordnung anzuzeigen; mit der Eötvösschen Wage erster Form sind sie aber nachweisbar. Professor Eötvös befestigte an den Enden des horizontalen Balkens der Coulombschen Wage zwei Körper aus verschiedenem Stoffe, z. B. eine Messingkugel an einem, ein Stück Glas, Kork usw. am anderen Ende. Der Balken wurde auf den Meridian senkrecht gestellt. Wäre die Richtung der Schwerkraft auf die beiden Stoffe verschieden, so würde daraus ein Drehungsmoment in bezug auf den Aufhangedraht entstehen, und der Faden müßte dadurch gedreht werden. Wird nun das Gehäuse samt Torsionskopf um 180° gedreht, so würde der Draht um ebensoviel in entgegengesetzter Richtung gedreht werden, das heißt, der Balken würde um mehr oder weniger als 180° gedreht werden (in seiner Ruhelage natürlich). Eötvös benutzte im Jahre 1890 eine Coulombsche Wage, die bei obiger Behandlung eine Differenz von 1 Bogenminute im Einstellen des Balkens gegeben hätte, wenn die Anziehung der Erde auf die beiden Stoffe um $\frac{1}{20\,000\,000}$ verschieden gewesen wäre. Der Balken zeigte aber keine nachweisbare Differenz der Einstellung. Auf Grund dieser Experimente ist also die Proportionalität zwischen träger und schwerer Masse bis auf $\frac{1}{20\,000\,000}$ gesichert.

Seitdem hat Professor Eötvös diese Untersuchungen mit empfindlicheren Wagen wiederholt die Gleichheit der Anziehungskraft bis auf $\frac{1}{200\,000\,000}$ bewiesen. Diese letzteren Messungen bilden den Gegenstand der Göttinger Preisschrift aus dem Jahre 1909, die mit dem Benecke-Preis gekrönt wurde. Diese Schrift ist leider nicht publiziert; über ihren Inhalt soll der demnächst erscheinende Aufsatz in dieser Zeitschrift ausführlicher berichten.

Im Laufe seiner Untersuchungen beschäftigte sich Prof. Eötvös auch mit der Bestimmung der Gravitationskonstante nach einer dynamischen Methode, bei welcher die Veränderung der Schwingungsdauer der Coulombschen Wage unter der Wirkung von anziehenden Bleimassen verwertet wurde. Die Methode ist sehr empfindlich, was daraus ersichtlich ist, daß die Schwingungsdauer, je nach der Lage der Wage, den anziehenden Massen gegenüber 641 bzw. 860 Sek. betrug. Diese Versuche sind noch nicht abgeschlossen, daher nur die Bemerkung, daß die bisherigen Beobachtungen den Wert dieser Konstante zu $f = 0,66510$ —⁷ um kaum $\frac{1}{500}$ des Betrages abweichend festsetzen.

Endlich sei noch bemerkt, daß Prof. Eötvös die Empfindlichkeit seiner Instrumente soweit steigern konnte, daß die Anziehung einer in 5 m Entfernung angebrachten Masse von 300 Kilogramm sicher nachweisbar war. Die Steigerung der Empfindlichkeit geschah ähnlich wie bei Galvanometrie durch Kompensation, wobei als kompensierende Kraft die Massenanziehung selbst diente.

¹⁾ Math. und Naturw. Ber. aus Ungarn 8, 65, 1891. Beibl. XV, 688, 1891.

Submikroskopische Experimentalphysik.

(Bericht über die Ehrenhaftschen Arbeiten aus der Physik des Millionstel-Zentimeters¹⁾).

Von Dr. D. Konstantinowsky, Wien.

(Fortsetzung.)

IV. Die Elektrizität.

§ 13. *Elektrisch geladene Probekörper.* — Der Entstehungsgeschichte nach steht zu erwarten, daß die aus dem Lichtbogen entstammenden Teilchen elektrisch geladen sein werden. Welcher Art sind nun diese Zustandsformen der Partikelchen, die wir unter der Bezeichnung „elektrische Ladung“ in die physikalischen Begriffe einreihen?

Wird ein Gasstrom mit suspendierten Kügelchen in den Beobachtungsraum geleitet, so steigen die sichtbar werdenden Lichtpünktchen — da die Bilder durch das Mikroskop umgekehrt werden — langsam in die Höhe, die lichtstärkeren, größeren, rascher, die lichtschwächeren, kleineren, langsamer, wie dies die Bewegungssätze der Fallbewegung erwarten ließen. Ein zwischen den Platten P_1 und P_2 hervorgerufenen elektrisches Feld verändert mit einem Schlage das Bild.

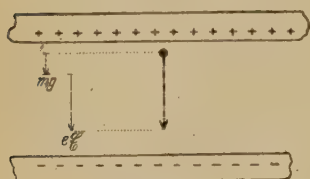


Fig. 5.

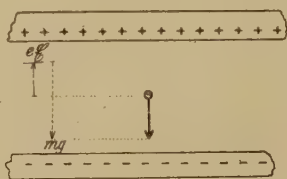


Fig. 6.

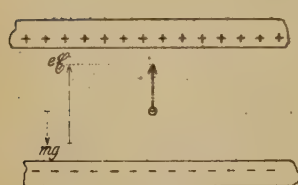


Fig. 7.

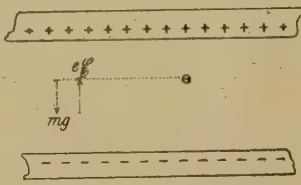


Fig. 8.

Es gibt erstens Teilchen, die in raschere Fallbewegung geraten: die elektrischen Kräfte unterstützen offenbar die Schwerkraft. (Fig. 5.) Zweitens Teilchen, deren Fallbewegung unter Einfluß des elektrischen Feldes eine langsamere wird. (Fig. 6.) Die elektrischen Kräfte wirken der Schwere entgegen, können jedoch nur einen Teil der herabziehenden Schwerkraft aufheben; dann gibt es aber auch drittens Teilchen, die von dem elektrischen Felde der Richtung des Schwerefeldes entgegen gehoben werden, bei welchen sonach die elektrischen Kräfte, welche der Schwere entgegenwirken, überwiegen. (Fig. 7.) Viertens können hier und da Teilchen nahezu schwebend

beobachtet werden oder die Spannung an den Kondensatorplatten mit Absicht so gewählt werden, daß die Teilchen fast keine Auf- oder Abwärtsbewegung zeigen. (Fig. 8.) Die elektrischen Kräfte halten dem Gewichte des Teilchens nahezu das Gleichgewicht. „Ein Ausschalten des elektrischen Feldes unter gleichzeitigem Kurzschließen der beiden Kondensatorplatten sistiert sofort die Beeinflussung durch das elektrische Feld und sämtliche Teilchen kehren zu ihrer regelmäßigen Fallbewegung zurück.“

Die beschriebenen Erscheinungen lassen sich demnach zwanglos durch die Annahme erklären, daß die Partikeln elektrisch geladen sind.

Wird das Feld zwischen den Platten ausgeschaltet, und ein Radiumpräparat in die Nähe des beobachteten Kügelchens gebracht, so bemerkt man nach dem neuerlichen Einschalten des elektrischen Feldes, daß sich der elektrische Ladungszustand des Partikels geändert haben muß, denn die Geschwindigkeit unter dem Einflusse des nämlichen elektrischen Feldes hat sich gegenüber derjenigen vor der Bestrahlung durch das Radiumpräparat geändert. Es gelingt, den Ladungszustand eines Kügelchens willkürlich zu ändern.

Auf die gleiche Weise kann man (z. B. durch Verdampfung erzeugte) ungeladene Teilchen in den elektrisch geladenen Zustand versetzen.

§ 14. *Die Messung der elektrischen Ladung nach der dynamischen Methode.* — Die Bestimmung der Größe der treibenden elektrischen Kräfte nach der dynamischen Kräftereßmethode liegt auf der Hand: Richtung und Größe des erzeugten elektrostatischen Feldes werden so gewählt, daß das Kügelchen der Schwere entgegen gehoben wird. Die elektrischen Kräfte, welche durch das Feld E auf das mit der unbekannten Elektrizitätsladung e geladene Kügelchen ausgeübt werden, also von der Größe eE sind, haben offenbar die der Aufwärtsbewegung des Kügelchens entgegenwirkende Schwerkraft, das Gewicht mg des Kügelchens, und den Reibungswiderstand bei der Fortziehung mit der Geschwindigkeit v_e zu überwinden:

$$eE = mg + \frac{v_e}{B}$$

Da sich die Stärke des elektrischen Feldes E aus der an die Platten angelegten Spannung und der Plattendistanz errechnen läßt, wird für das geeichte Meßinstrument (Kügelchen von bestimmtem Materiale und Größe) durch die Ermittlung der Steiggeschwindigkeit v_e die Ladung e des Kügelchens festgelegt.

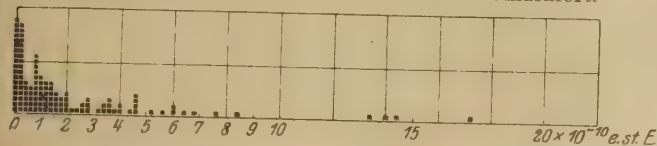
Ehrenhaft und seine Schüler haben unter Beobachtung besonderer Präzision eine große Reihe von Ladungsbestimmungen an Kügelchen verschiedensten Materiales (Gold, Silber, Quecksilber, Platin, Schwefel, Öl usw.) und verschiedenster Größe (in allen Abstufungen vom Radius $3 \cdot 10^{-6}$ cm bis $57 \cdot 10^{-5}$ cm) durchgeführt. Der Fig. 9 entnimmt man zunächst, daß bis zur klein-

¹⁾ Literaturangaben (kapitelweise geordnet) am Schlusse des Berichtes.

sten Ladung von $2,7 \cdot 10^{-13}$ e. st. E.¹⁾ alle möglichen Abstufungen vorgefunden werden. Kleinere Ladungen waren dabei umso häufiger, an je kleineren Kügelchen beobachtet wurde. Die Größe der beobachteten Ladungen nimmt sonach im allgemeinen mit der Kapazität ihrer Träger ab.

Wir wollen dieses bedeutsame Ergebnis noch durch eine statische Kräftemessung überprüfen, da sich auf diesem Wege gewisse aus ihm gewonnene Resultate frei von Experimentalfehlern ergeben und die auf Grund der Resultate gezogenen Schlüsse von besonderer Beweiskraft sind.

Jede aufgefundene Ladung ist durch einen Punkt markiert.



Das Intervall von 0,0 bis 0,2 in 20 mal größerem Maßstabe.

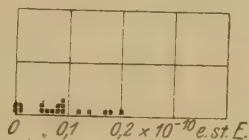


Fig. 9.

Elektrische Ladungen der Ehrenhaft'schen Kügelchen.

§ 15. Ein Gedankenexperiment über die Atomistik des Chlors. — Zum besseren Verständnis der Methode wollen wir zunächst an einem Gedankenexperiment die Richtigkeit unserer Vorstellung von der Atomistik der Materie überprüfen und annehmen, daß wir im Stande wären, die Atome aus je einem Moleküle der beiden bekannten Phosphor-Chlor-Verbindungen herauszufassen und abzuwiegen.

Zur Gewichtsbestimmung soll eine der sogenannten römischen Wage ähnliche, aber massenlos gedachte Wage dienen, deren Bauart aus Fig. 10 ersichtlich wird.

Am linken gewichtslosen Wagbalken denken wir uns das Vergleichsgewicht mg , z. B. eines der Phosphoratom, welche die beiden Chlormengen in den zwei untersuchten Chlorverbindungen gefesselt hatten, im Abstand 1 aufgehängt. Die Last verschieben wir am rechten, gleichfalls massenlosen Wagbalken so lange, bis der Zeiger Z der Wage weder nach rechts noch nach links ausschlägt. Die abzuwägende Chlormenge e_1 wird offenbar an einem umso längeren Lastarm \mathcal{E} aufgelegt werden müssen, je leichter sie im Vergleich mit dem Vergleichsgewichte ist. Denken wir uns den Lastarm nach Einheiten des fixen Gewichtsarmes geteilt, so wird Gleichgewicht an der Wage herrschen, wenn die Lastbalkenlänge \mathcal{E} so gewählt wurde, daß

$$mg \cdot 1 = e_1 \cdot \mathcal{E}$$

¹⁾ Eine e. st. E. = elektrostatische Einheit ist diejenige Elektrizitätsmenge, welche eine gleich große 1 cm von ihr entfernte Ladung mit der Kraft 1 Dyn abstoßt. Die aufgefundene kleinste Elektrizitätsmenge ist also der Billionste Teil derselben.

ist. Aber selbst bei einer noch so subtilen Wage, bei noch so genauer Teilung des Wagebalkens und noch so präziser Ablesung wird nicht verhindert werden können, daß dem ermittelten Gewichte

$$e_1 = \frac{mg}{\mathcal{E}}$$

ein Fehler anhaftet, der davon herrührt, daß man bei einem gewissen Mindestausschlag nicht mehr entscheiden kann, ob der Zeiger Z der Wage nach rechts oder nach links zeigt, oder in der Mitte steht. Wir können zur Auswägung daher zweckmäßig zunächst jene längste Lastarmlänge \mathcal{E}_1'

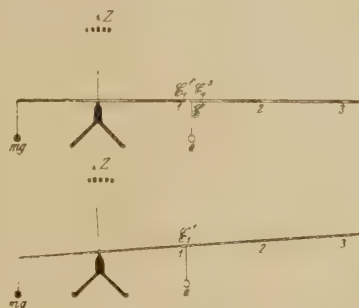


Fig. 10.

suchen, bei welcher das Vergleichsgewicht die Last eben noch in die Höhe zieht und der Zeiger nach links ausschlägt und sodann das zu wägende Gewicht noch bis zu jener Balkenlänge \mathcal{E}_1' hinauschieben, bei welcher es den Zeiger Z der Wage eben noch deutlich nach rechts zieht. Offenbar wird

$$mg > e_1 \mathcal{E}_1'$$

$$mg < e_1 \mathcal{E}_1''$$

sein, und das Gewicht der Chlormenge zwischen den Grenzen

$$\frac{mg}{\mathcal{E}_1'} > e_1 > \frac{mg}{\mathcal{E}_1''}$$

liegen. Die Wägung der beiden an das Phosphoratom gebundenen Chlormengen e_1 und e_2 hätte ergeben, daß

$$\left. \begin{aligned} \frac{mg}{\mathcal{E}_1'} &> e_1 > \frac{mg}{\mathcal{E}_1''} \\ \frac{mg}{\mathcal{E}_2'} &> e_2 > \frac{mg}{\mathcal{E}_2''} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

also etwa

$$\frac{mg}{0,1739} > e_1 > \frac{mg}{0,1760} \quad \text{und} \quad \frac{mg}{0,2886} > e_2 > \frac{mg}{0,2939}$$

ist. Soll die Atomhypothese richtig sein, so muß die eine Chlormenge e_1 aus n_1 , die andere e_2 aus n_2 Chloratomen vom Gewichte ϵ bestehen:

$$\begin{aligned} e_1 &= n_1 \cdot \epsilon \\ e_2 &= n_2 \cdot \epsilon. \end{aligned}$$

Dem Gesetze der multiplen Proportionen entsprechend muß sich also das Verhältnis

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

als das zweier einfacher ganzer Zahlen ergeben. Dieses Verhältnis liegt den Ungleichungen (1) nach zwischen

$$\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1} > \frac{e_1}{e_2} = \frac{n_1}{n_2} > \frac{\mathcal{E}_2'}{\mathcal{E}_1'}$$

oder zwischen

$$\frac{0,2939}{0,1739} = 1,69 > \frac{n_1}{n_2} > 1,64 = \frac{0,2886}{0,1760} \quad (2)$$

Die Längen \mathcal{E} sind der Art der Beobachtung nach fehlerfrei, denn wir konnten bei der einen den Zeiger deutlich nach links, bei der anderen nach rechts ausschlagen sehen. Das Vergleichsgewicht mg mußte weder bestimmt, noch eine Annahme über seine Größe gemacht werden. Die Bestimmung der Verhältnisse der beiden Atomzahlen basiert somit allein auf der Annahme, daß die gewogenen Chlormengen aus gleichen Bruchteilen, Atomen, bestehen.

Welches sind nun die ganzen Zahlen n_1 und n_2 ? Wieviel Chloratome hat das Phosphoratom in jeder der beiden Verbindungen gebunden? Zunächst ist das Paar $n_1 = 5$, $n_2 = 3$ ebenso gut möglich wie die Paare 10 und 6, 15 und 9, 20 und 12 oder 23 und 14 usw., denn jedes ihrer Verhältnisse fällt zwischen die verlangten Grenzen 1,64 und 1,69. Hingegen wäre beispielsweise ein Paar $n_1 = 3$ und $n_2 = 2$ nicht denkbar, denn ihr Verhältnis $n_1/n_2 = 1,50$ würde der Ungleichung 2 widersprechen. Der einfachste Fall wird offenbar der sein, in dem wir annehmen, daß 5 Chloratome im einen und 3 im anderen Falle, also die kleinstmögliche Anzahl, es wären, die im Moleküle in Bindung gestanden sind und das Chloratom daher $\frac{1}{5}$ der zuerst und $\frac{1}{3}$ der nachher gewogenen Chlormenge gewesen sei. Ist das Vergleichsgewicht mg des Phosphoratoms beispielsweise in irgendwelchen Gewichtseinheiten zu $mg = 31,000$ ermittelt worden, so mußte das Gewicht des Chloratoms zwischen den Grenzen

$$\frac{mg}{\mathcal{E}_1 \cdot n_1} > \varepsilon > \frac{mg}{\mathcal{E}_1' \cdot n_1'}$$

oder auch

$$\frac{31,000}{0,1739 \cdot 5} > \varepsilon > \frac{31,000}{0,1760 \cdot 5}$$

liegen, d. h. größer als 35,22 und kleiner als 35,64 sein. Ohne in Widerspruch mit den Wägungen (mit Ungleichung 2) zu kommen, hätten wir uns aber auch denken können, daß wir in der Chlormenge e_1 nicht 5, sondern 10 Chloratome und in e_2 nicht 3, sondern 6 auf die Wage bringen; das Atomgewicht des Chlors wäre dann kleiner und zwar zwischen 17,61 und 17,82 zu denken gewesen. Hingegen wäre die Vorstellung, daß die abgewogenen Chlormengen aus 3 und 2 Chloratomen bestehen sollten und demnach das Atomgewicht des Chlors höher, und zwar zwischen 58,7 und 59,4 sein sollte, durch das Experiment in zwingender Weise widerlegt worden.

Wäre unser Gedankenexperiment in die Wirklichkeit umsetzbar, so könnte es uns zwar das Atomgewicht des Chlors nicht mit Sicherheit ge-

ben; hingegen würde es durch die kleinsten mit den Ungleichungen (2) verträglichen Zahlen mit Gewißheit eine Größe festlegen, oberhalb welcher das Chloratom nicht liegen kann. Unsere Vorstellungen von der Atomistik würden aber um so sicherer fundiert sein, je feinere solcher Wägungen mit ihr in Einklang bleiben, d. h. je präziser bei immer genauer durchgeführter Einengung die beiden Grenzen das Verhältnis der Vielfachheitszahlen n (5 : 3) umschließen. Sie müßten aber in dem Augenblicke als irrig angesehen und verbessert werden, in dem auch nur eine einwandfreie derartige Einwägung eine obere Grenze für das Atom ergibt, welche kleiner ist als das vermutete Atom. Wenn insbesondere „genauere“ Einengungen immer größere Zahlen n und daher auch kleinere ε erfordern, so ist eine Atomistik in der Größenordnung ε ausgeschlossen; sie existiert dann entweder gar nicht oder sie liegt in einer viel tieferen Größenordnung.

§ 16: Die „elektrische Wage“. Ein derartiges Experiment zur Prüfung der Atomistik der Materie ist nun freilich in der beschriebenen Weise undurchführbar. Wir können weder einzelne Atomgruppen abscheiden, noch auf die Wage bringen, noch massenlose Wagen bauen, welche sie abzuwägen gestatten. Hingegen ist der Ehrenhafte Probekörper dazu geeignet, Elektrizitätsmengen von der Größenordnung des Elektrizitätsatoms auf diese Art zu untersuchen. Die statische Kräftermessung wird sich als Abwägung dieser elektrischen Ladungen an einer geeigneten massenlosen Wage erweisen.

Zu diesem Zwecke bringt Ehrenhaft ein Probekügelchen von dem Gewichte mg , das die Elektrizitätsladung e_1 trage, wieder zwischen die Platten des Kondensators; bei geeigneter Wahl der Richtung der an die Platten angelegten Spannung wird das erzeugte elektrostatische Feld das Kügelchen der Schwere entgegen nach oben zu ziehen suchen. Ist das Feld \mathcal{E}_1' noch klein, so wird das Kügelchen, wenn auch langsam, fallen, denn die elektrischen Kräfte werden kleiner als das Gewicht des Kügelchens sein (Fig. 6)

$$mg > e_1 \cdot \mathcal{E}_1'$$

Durch Vergrößern der an die Platten angelegten Spannung läßt sich ein Feld \mathcal{E}_1' finden, bei welchem das Kügelchen der Schwere entgegen gerade gehoben wird, da die elektrischen Kräfte die Schwerkraft bereits überwiegen (Fig. 7):

$$mg < e_1 \cdot \mathcal{E}_1'$$

Durch diese Feldstärkenbestimmungen ist die Ladung e_1 des Kügelchens zwischen eben die gleichen Grenzen

$$\frac{mg}{\mathcal{E}_1'} > e_1 > \frac{mg}{\mathcal{E}_1} \quad (1a)$$

eingengt, wie es das Gewicht der Chloratome im Gedankenexperiment durch die beiden Lastarmmessungen war. Der „Zeiger“ und das Vergleichsgewicht der (bis eben auf das Vergleichsgewicht) offenbar massenlosen „elektrischen

Wage“, ist, durch seine Auf- oder Abwärtsbewegung das Kügelchen selbst.

§ 17. *Das Gesetz der multiplen Proportionen für die Elektrizität.* — Wird beispielsweise durch Bestrahlen mit einem Radiumpräparat der elektrische Ladungszustand des Kügelchens geändert, so kann man die zweite vom Kügelchen getragene Ladung e_2 ebenso zwischen zwei Grenzen

$$\frac{mg}{\mathcal{G}_2} > e_2 > \frac{mg}{\mathcal{G}_2} \dots \dots \dots (1a)$$

einengen. Die Vorstellung von der Atomistik der Elektrizität verlangt, daß die erste elektrische Ladung aus einer gewissen Anzahl n_1 von elektrischen Atomen der Ladung ϵ zusammengesetzt sind, die zweite aus einer anderen n_2 :

$$e_1 = n_1 \cdot \epsilon$$

$$e_2 = n_2 \cdot \epsilon.$$

Das Gedankenexperiment und die elektrische Wage, denen beiden die gleiche Meßmethode und die gleiche atomistische Forderung zugrunde liegt, sind offenbar in ihren Formeln und Folgerungen gleichartig. Insbesondere ist analog wie dort die Bestimmung des Zahlenpaares n_1 und n_2 vom Gewichte des Kügelchens unabhängig; ebenso läßt sich aus jeder an der „elektrischen Wage“ ausgeführten Messung eine Grenze folgern, oberhalb der das elektrische Atom nicht liegen kann.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit, die Prüfung auf mehr als zwei vom Kügelchen getragene Ladungen zu erweitern.

„Der Gang solcher Versuche kann klarer Weise zweierlei zutage fördern:

1. Entweder werden bei genauer Einengung immer präziser dieselben einfachen ganzen Zahlen umschlossen; und allen so erschlossenen Vielfachen n entsprechen stets auch die gleichen ϵ , dann ist eine Atomistik der Elektrizität in dieser Größenordnung wahrscheinlich.

2. Wenn genauere Einengung immer größere ganze Zahlen n und daher auch kleinere ϵ erfordern, so ist eine Atomistik in der Größenordnung ϵ ausgeschlossen; sie existiert dann entweder gar nicht oder sie liegt in einer viel tieferen Größenordnung.“

Ergäben die „Wägungen“ an der „elektrischen Wage“ eine obere Grenze für das elektrische Elementarquantum, welche unterhalb der bis nun vermuteten Größe desselben liegen würde, so müßten wir auf Grund der Prüfung des „Gesetzes der multiplen Proportionen der Elektrizität“ unsere Vorstellung von der Atomistik der Elektrizität einer Revision unterziehen.

§ 18. *Prüfung des Gesetzes der multiplen Proportionen.* — *Ehrenhaft* und seine Schüler haben zahlreiche derartige Versuche durchgeführt. Als *Ergebnis aller dieser Versuche erscheint auch nach dieser Meßart eine Atomistik der Elektrizität nur dann denkbar, wenn das Elektrizitätsatom in einer Größenordnung von 10^{-13} e. st. E. oder darunter angenommen wird.*

Die Feststellung, daß ein eventuelles elemen-

tares Quant der Elektrizität nur in einer Größenordnung von 10^{-13} e. st. E. oder unterhalb dieser Ladung denkbar ist, wäre wohl noch vor nicht allzulanger Zeit als interessantes experimentelles Ergebnis ohne Widerspruch aufgenommen worden. In die Physik der letzten Zeit sind aber eine große Anzahl von Experimenten und Berechnungen eingegangen, die ausschließlich dahin gedeutet wurden, daß das Atom der Elektrizität eine Ladung von etwa $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., also eine mehr als tausend mal so große besitze, als sie die Ehrenhaften Versuche zulassen würden. Die auf einem Elektrizitätsatome dieser Größenordnung aufgebaute und durch immer neu hinzukommende Versuche und ihre Deutungen erweiterte Theorie der Elektrizität, die Elektronentheorie, bezweckt, ein ganzes Weltbild physikalischer Erscheinungen in eine einheitliche Form zu bringen. Sowohl die Vorgänge des Elektrizitätsdurchganges durch Flüssigkeiten, Gase (samt den damit verbundenen optischen und spektroskopischen Erscheinungen) und durch feste Körper als auch scheinbar weitab gelegene verschiedenste optische Erscheinungen, magnetische Phänomene, die radioaktiven Zerfallserscheinungen und damit im Zusammenhange Atommodelle und die durch sie zu erklärenden optischen und chemischen Eigenschaften usw. usw. sind bisher bloß vom Standpunkte der Elektronentheorie umspannt worden. Andererseits sind die Versuche *Ehrenhafts* von einer Einfachheit und Voraussetzungslosigkeit und im Hinblick auf die nunmehr fast ein Jahrzehnt hindurch mit immer feineren und zahlreicheren Methoden an ihnen vorgenommene Diskussion und Überprüfung von einer Sicherheit, daß ihre Ergebnisse als unbedingt bindend angesehen werden müssen. Wo liegt nun die Lösung zu diesem Widerspruch?

(Fortsetzung folgt.)

Über die Verbreitung der Krankheiten auf der Erde.

Von Privatdozent Dr. L. R. Grote.

Oberarzt der Med. Klinik, Halle.

Eine Reihe von Faktoren hat verhindert, daß bislang die Wissenschaft der geographischen Verbreitung von Krankheiten ein einheitliches, systematisches Gepräge bekommen hat. Seit eine Medizin als Naturwissenschaft überhaupt besteht, hat man allerdings nie versäumt, geographische Daten über die eine oder andere Krankheit zu sammeln. Es ist auf diese Weise von den ältesten, hippokratischen Zeiten bis heute eine enorme Menge Material angehäuft worden, ohne daß jedoch diese Arbeitsleistung wesentliche Früchte getragen hätte. Das Riesenwerk *August Hirschs*, das 1883 zuletzt erschien, das „Handbuch der historisch-geographischen Pathologie“ liefert hierfür einen deutlichen Beweis. Als Haupthindernis gegen eine systematische Bearbeitung des Materials stellt sich die Wandelbarkeit unserer Begriffe von den einzelnen Krankheiten uns in den

Weg. Erst heute, nachdem die Pathologie sich allgemein auf den Boden konstitutionell-ätiologischer Forschung stellt, beginnen sich die Krankheitsbegriffe zu klären und einer vergleichenden Gegenüberstellung zugänglich zu werden. Für eine einheitliche Erfassung des Gegenstandes müssen wir auf die Unsumme historischen Materials, die die Geschichte der Medizin aufgehäuft hat, einfach Verzicht leisten, weil wir exakte Vergleiche zwischen Krankheitsberichten von heute und denen früherer Zeiten, bei Infektionskrankheiten sogar noch mit denen vor zwei bis drei Dezennien nicht anstellen können. Die Lehre der Infektionskrankheiten fordert zur vollkommenen Diagnose den Nachweis des Erregers, den frühere Zeiten, mangels jeglicher Bakteriologie, einfach nicht geben konnten. August Hirsch schwebte das Ideal einer „Medizinischen Geschichte der Menschheit“ vor. Wir müssen heute feststellen, daß dieses Ideal eine Utopie war, von deren historischem Teil ohne weiteres gesagt werden kann, daß er nie geschrieben werden wird, von deren geographischem Teil gesagt werden muß, daß er in seiner Vollkommenheit späteren Jahrhunderten vorbehalten bleibt. Wir sind heute erst fähig, vielleicht einige Grundlinien zu geben, in denen eine systematische Forschung weiterbauen kann.

Die Wissenschaft von der geographischen Verbreitung der Krankheiten, die *Nosogeographie*, wie ich sie kurz nennen will, ist einerseits als ein Zweig der allgemeinen Ätiologie, der Lehre von den Ursachen und Bedingungen der Krankheiten anzusehen. Andererseits gehört sie einem andern umfassenderen Wissenschaftsgebiet, der Biogeographie an, sie ist ein integrierender Bestandteil beider Disziplinen.

Das Ziel der Nosogeographie kann auf zwei Wegen erreicht werden. Einmal kann man für jede einzelne Krankheit das Verbreitungsgebiet beschreiben. In dieser Weise wird üblicherweise schon seit langem in monographischen Handbüchern verfahren. Diese Verfahrungsweise ermöglicht aber nicht eine unmittelbare Vergleichung der allgemeinen relativen Morbidität in einem bestimmten Gebiet und läßt sich somit nicht systematisch verwerten. Der zweite Weg müßte der sein, geographisch charakterisierbare umschriebene Gebiete hinsichtlich ihres Gesamthabitus an Krankheiten zu beschreiben, in ihnen möglicherweise abgrenzbare *Nosozonen* für einzelne Krankheiten, ihr gegenseitiges Verhältnis zu einander und zu der jeweiligen geographischen Umgebung darzulegen. Auf diese Weise wäre es später möglich, der großen Frage, ob überhaupt Beziehungen zwischen der geographischen Struktur eines Erdstrichs und den Krankheiten seiner Bewohnerschaft bestehen und welcher Art diese sind, systematisch näher zu treten. Vor der Hand sind wir von diesem Ziel noch weit entfernt.

Gehen wir von der Idee aus, eine bestimmte geographisch umschriebene Gegend nosogeographisch zu charakterisieren, so müssen eine ganze

Reihe von Momenten, als das Ergebnis mitbestimmend, eingehend beachtet werden. Zunächst muß die *geographische Struktur*, d. h. die Gesamtsumme der tellurischen und der dadurch bedingten klimatischen Eigenschaften festgelegt werden. Die rein klimatischen Einwirkungen als krankheitsbedingend sind vielfach studiert und teilweise bekannt, während die Einflüsse der Bodenstruktur als solcher kaum über den Wahrscheinlichkeitsgrad einer Hypothese hinausgehen. Es ist ja an sich nicht sehr wahrscheinlich, daß mehr als mittelbare Beziehungen bestehen zwischen dem mineralogischen und geologischen Aufbau einer Gegend und der Morbidität in seiner Bevölkerung, doch haben die großen Strukturen (Ebenen, Gebirge, Meer) als Grundlagen des Klimas natürlich eine große Wichtigkeit. Wir kennen eine Gruppe von Krankheiten, die eine mehr oder weniger unmittelbare Einwirkung der geographischen Struktur erkennen lassen. Diese Krankheiten tragen gewissermaßen den Charakter eines rein geographisch-klimatischen Traumas. Dazu gehören die Bergkrankheit, die Seekrankheit, die psychischen Alterationen, die das Vorstellungsleben in den Wüsten der Tropen und der arktischen Gegenden erfährt, Einsamkeitspsychosen usw. Ferner gehören dahin die unmittelbaren Hitze- und Kältekrankungen, in gewissem Sinne auch Bergwerkserkrankungen, Augenerkrankungen der Polarnacht und anderes. Diese Krankheitsbilder, die schlecht hin an das geographische Substrat gebunden sind, zeigen am reinsten seinen Einfluß auf die Erkrankbarkeit des menschlichen Organismus, ihre *Nosozonen* sind fest umschrieben und unveränderlich.

Als zweites Moment müssen die *Rassenverhältnisse* einer Gegend in Rücksicht gezogen werden. Man ist früher geneigt gewesen, den Einfluß der Rasse zu überschätzen. Heute ist man mehr der Ansicht, daß die Erkrankbarkeit ein viel zu allgemein menschliches Attribut ist, als daß sie rassenmäßig hochgradig differenziert sein könnte. Dennoch gibt es auch hier eine bestimmte Gruppe von Krankheiten, bei denen eine rassenmäßig erhöhte konstitutionelle Disposition nicht zu leugnen ist. Dies betrifft die Gruppe der Stoffwechselerkrankungen. Es ist bekannt, daß zur *Zuckerkrankheit* in Europa besonders die Semiten, in Asien die Hindus neigen, andere Rassen, z. B. die Mongolen in China und die amerikanischen Neger, sich einer gewissen Immunität erfreuen. Eine ähnliche rassenmäßige Disposition finden wir bei den Semiten, den Osmanen, Magyaren, Lappen, den Bewohnern der norddeutschen und holländischen Küstenländer für die *Fettsucht*. Auch die Gicht, die in Nordeuropa nicht eben selten ist, fehlt fast in Italien und Österreich, ebenso sind erhebliche Strecken der Tropen (Südamerika) von der Gicht ziemlich frei. Auffallend ist die Häufigkeit der *Steinerkrankungen* der abführenden Harnwege in Nordafrika, Ägypten und in Nordindien. Ein bekannter englischer Arzt

meint, man könne im Pandschab Häuser bauen aus den massenhaften Blasensteinen! Die nicht zu übersehende Wichtigkeit des Rassenmoments hinsichtlich der geographischen Verbreitung von einzelnen Krankheiten leuchtet demnach ein.

Neben der Rasse spielt noch das *soziale* und *kulturelle* Moment eine erhebliche Rolle. Daß eine dünne, ackerbautreibende Bevölkerung eine andere Morbidität aufweist als eine dichte, industrielle, ist evident, und gerade diese Dinge sind durch die neueren sozialhygienischen Forschungen eingehend untersucht und zum Allgemeingut des Wissens erhoben. Ein Beispiel, daß durch soziale Einflüsse ganze Krankheitsgruppen neu geschaffen werden, geben besonders die Gewerbekrankheiten und in gewissem Sinne auch Erkrankungen ab, die uns der Krieg neu kennen gelehrt hat oder die wenigstens unter den Verhältnissen des Krieges eine vorher nicht gekannte Häufung erfahren haben. Neben Erkrankungen des Stoff- und Wasserwechsels (die sogenannte Ödemkrankheit) sind hier besonders funktionelle Nervenerkrankungen zu nennen. Dies im einzelnen näher auszuführen, verbietet der Raum.

Schließlich bietet die große Gruppe der Infektionskrankheiten insofern nosogeographisch ein Interesse, als bei ihr neben den genannten Bedingungen noch ein weiteres Moment eine Rolle spielt: das ist die *geographische Verbreitung der Erreger*. Wir können allgemein sagen, daß die Nosozone einer Infektionskrankheit soweit reicht, wie das biogeographische Verbreitungsgebiet des verursachenden Mikroben. Da nun die weitaus meisten Infektionskrankheiten, soweit sie als besonderes Charakteristikum die Fähigkeit des epidemischen Auftretens in sich tragen, an den Menschen selbst gebunden sind, so erhellt, daß ihre Nosozone äußerst veränderlich sein muß, und an den wandernden Menschen immer gebunden erscheint. Ein Hinweis auf die Tatsache der Verbreitung von Infektionskrankheiten durch Bazillenträger, deren Zahl der der wirklich erkrankten Menschen wohl mindestens gleichkommt, muß an dieser Stelle genügen. Die Erfahrungen bei in vorher seuchenfreie Gegenden eingeschleppten epidemischen Krankheiten zeigen, daß jeder Mensch, sei er welcher Rasse er wolle, seien die sozialen Zustände welche sie wollen, an jedem Punkte der Erdoberfläche an einer Infektionskrankheit erkranken kann, sofern der Erreger sich in infektionstüchtigem Zustande in seiner Umgebung findet und dieser Mensch nicht eine persönliche, konstitutionelle oder künstlich hervorgerufene Immunität gegen diese Krankheit besitzt. Schließlich kann noch diese künstlich hervorgerufene Immunität die geographische Verbreitung der ansteckenden Krankheiten beeinflussen. Als Beispiel seien die gut gegen Pocken durchgeimpften Länder, wie Deutschland, angeführt, in denen, zoologisch gesprochen, der Pockenerreger dadurch ausgerottet ist, daß der Nährboden für ihn künstlich ungeeignet gemacht worden ist. Theoretisch

ließe es sich denken, daß auf diesem Wege einmal sämtliche Erreger, soweit sie obligat an den Menschen gebunden sind, zum Verschwinden gebracht werden könnten.

Wenn nun eine systematische nosogeographische Untersuchung wahrscheinlich zeigen wird, daß das eigentlich geographische Moment in vielen Fällen nicht den unbedingt maßgeblichen Faktor des Auftretens oder Fehlens einer Krankheit darstellt, so gibt es doch heute schon eine Anzahl von Erfahrungstatsachen, für die wir andere Ursachen nicht kennen. So ist in Nordamerika durch neuere Statistiken nachgewiesen, daß dort eine eigenartige Trennung in der *Krebsmortalität* besteht, indem südlich vom 37. Breitengrad die Sterblichkeit kaum halb so groß ist wie nördlich davon. Eine ähnliche regionäre Verschiedenheit läßt sich beim Krebs auch in Deutschland feststellen. Die stärkste Mortalität finden wir hier an den Ostseeküsten, die niedrigste in Westfalen. Es ist weiter zu erinnern an die regionäre Häufung des *Kropfes*, des Kretinismus, die wir zunächst nur nosogeographisch beschreiben können, ohne die Gesamtheit der Bedingungen überblicken zu können. Es ist zunächst Aufgabe der Nosogeographie, möglichst viel derartiges, diagnostisch einwandfreies Material zu sammeln, um eine systematische Vergleichung zu ermöglichen und so späterhin zum ätiologischen Ausbau der medizinischen Wissenschaft beizutragen.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Die erdkundliche Woche zu Berlin.

Bereits am 12. Juli 1916 hatte die Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin in dem Bestreben, an der Hebung geographischer Bildung mitzuhelfen, eine Eingabe an den Unterrichtsminister gerichtet, in der verschiedene Wünsche für die Ausgestaltung des erdkundlichen Schul- und Hochschul-Unterrichtes vorgebracht worden waren. Inzwischen ist das Bedürfnis nach Verbesserung der Zustände im erdkundlichen Unterricht immer dringlicher hervorgetreten, was die Gesellschaft veranlaßte, dem Unterrichtsminister am 28. Februar 1918 den Vorschlag zu unterbreiten, es möchten Vertreter der Schulaufsichtsbehörden eingeladen werden, sich über neuere Ergebnisse der Lehre vom erdkundlichen Unterricht und über dessen Hilfsmittel auf einem in geeigneter Weise durchzuführenden Lehrgange zu unterrichten. Im weiteren Verfolg dieser Anregung veranstaltete die Zentralstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht einen solchen Lehrgang in der Woche vom 24.—29. Juni, an dem sich etwa 30 Provinzial- und Regierungs-Schulräte beteiligten.

Die Eröffnung erfolgte im geographischen Institut der Universität durch eine Ansprache des Unterrichtsministers Dr. Schmidt, der ein Vortrag von Geheimrat Penck über die Ziele des erdkundlichen Unterrichts folgte. Dieser führte aus, daß die Geographie ursprünglich die Lehre von der Umwelt des Menschen gewesen sei, und von diesem Gesichtspunkte auch sei sie an der Schule zu pflegen, wenn sie sich auch als Wissenschaft einer Lehre von der Erdoberfläche vertieft habe. Die Orientierung auf der Erdoberfläche müsse im Vordergrund stehen, und durch Übung

erworben werden. Die topographischen Daten sind für den geographischen Unterricht den Vokabeln im Sprachunterricht zu vergleichen, deren Kenntnis zwar erforderlich ist, die aber keineswegs den Inhalt der Geographie ausmachen. Ein Hinübergreifen des geographischen Unterrichts auf Nachbargebiete ist nur da erforderlich, wo diese Gebiete im Unterrichtsplan nicht vertreten sind, im übrigen aber sind der Geographie räumliche Grenzen gesteckt, weil das Objekt ihrer Betrachtung, die Oberfläche der Gesamterde, ein Gebilde von begrenzter Ausdehnung ist. Der geographische Raum ist zu definieren als ein Stück Erdoberfläche, das sich durch seine Ausstattung (mit Klima, Pflanzenkleid, Boden usw.) von seiner Umgebung unterscheidet. Bei der Länderkunde (Chorologie) rückt der Mensch ganz anders in den Vordergrund als bei der Betrachtung der gesamten Erde. Sie bildet die Krönung des geographischen Unterrichtes, der aber der allgemeinen Erdkunde nicht entraten kann. Wie stark sich überall, selbst bei morphologischen Begriffsbestimmungen, der anthropozentrische Standpunkt bemerkbar macht, zeigte der Vortragende an interessanten Beispielen. Verschlösse bleibt für den geographischen Unterricht, solange er nur in unteren Klassen erteilt wird, gerade das, was für die allgemeine Bildung das Wichtigste ist, das Kulturelle, denn die Geographie kann bei Betrachtung der einzelnen Länder Kulturmaßstäbe gewinnen.

Geheimrat Philippon (Bonn) hielt einen Vortrag über *Inhalt, Umgrenzung und Einheitlichkeit der Erdkunde und des erdkundlichen Unterrichts*. Die Geographie umfaßt keinen bestimmt umgrenzten Komplex, sondern alle Erscheinungen können geographisch betrachtet werden. So steht unsere Wissenschaft in einer gewissen Parallele zur Philosophie. Sie nimmt eine Mittelstellung zwischen den Natur- und den Geisteswissenschaften ein. Im Unterricht soll weniger Gewicht auf Namen und Zahlen als auf die Herausarbeitung eines lebensvollen Bildes gelegt werden. Die Zusammenhänge sind durch fortwährende Hinweise und Beispiele zu erläutern, wodurch ein besonderes geographisches Denken geschult wird, das natürlich dem Lehrer bereits in Fleisch und Blut übergegangen sein muß. Das ist auch der Grund, weshalb der Geographie-Unterricht nicht von Lehrern anderer Fächer nebenbei erteilt werden darf. Der Vortragende besprach ausführlich die Stellung der einzelnen Teile der allgemeinen Geographie im Rahmen der Gesamtwissenschaft und bezeichnete die Menschengeographie als die Krone der geographischen Betrachtung. Er gibt ihr die folgende Einteilung:

- A) Verbreitung der Menschheit:
 1. als Gesamtheit,
 2. in den einzelnen Gruppen und Verbänden.
- B) Verbreitung der Werke und Tätigkeiten des Menschen (Wirtschaftsgeographie):
 1. Art und Produkte der Wirtschaft,
 2. Verkehr (Wege, Mittel, Organisation, Welt-handel),
 3. Siedlungsgeographie.

Ein großer Teil der allgemeinen Menschengeographie kann in Beispielen bei der Länderkunde behandelt werden.

Es folgten weitere Vorträge* von Direktor H. Fischer über erdkundliche Ausflüge, Studienrat Lampe über das Zeichnen im erdkundlichen Unterricht und über Lehr- und Hilfsmittel desselben, Direktor Fox über die Bedeutung des erdkundlichen Unterrichts für die Jugendbildung und Oberlehrer Urbahn über erdkundliche Übungen. Außerdem fanden Führungen statt unter Leitung von Geheimrat Penck durch das Geogra-

phische Institut und das Museum für Meereskunde, von Geheimrat Hahn durch die Hauptstelle für den erdkundlichen Unterricht, von Studienrat Lampe durch das Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht. Direktor Fischer führte eine heimatkundliche Wanderung durch Berlin und Geheimrat Penck einen geographischen Nachmittagsausflug durch den Grunewald.

Die Veranstaltung nahm einen allgemein befriedigenden Verlauf, und insbesondere haben die auf die Vorträge folgenden Erörterungen, die persönliche Aussprache unter den Teilnehmern, sowie ein auch vom Kultusminister und seinen Räten besuchter geselliger Abend viel zum Gelingen beigetragen. Es zeigte sich dabei, daß der Hauptzweck erreicht wurde, nämlich die Bedeutung und den Wert der modernen Geographie bei den leitenden Persönlichkeiten unserer Schulverwaltung in das rechte Licht zu setzen und den Nachweis zu erbringen, daß der Erdkunde eine selbständige Stellung im geographischen Unterrichte gebührt, während sie bisher in den Lehrplänen unserer Schulen ziemlich stiefmütterlich behandelt worden ist. O. B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. (H. Boruttau, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin, Bd. 55, S. 1, 1918; Elektrotechn. Zeitschr. 1918, Heft 9 u. 10 — Vortrag im Elektrotechn. Verein. Diskussion ebenda, Heft 13 und 14.) Da die auffälligsten Reiz- und Hemmungswirkungen des elektrischen Stromes am Tierkörper das Nervensystem betreffen und diese mittels „Schwachströmen“ schon zu einer Zeit, wo von „Starkströmen“ und „Elektrotechnik“ noch nicht die Rede war, gründlich erforscht wurden, glaubte man auch die in der neuesten Zeit sich häufenden tödlichen Unfälle durch die Ströme der Technik durch Wirkungen auf das Zentralnervensystem erklären zu sollen. D'Arsonval und Kratter schrieben der Lähmung der Atmung die Hauptrolle zu und empfahlen als Rettungsmittel die Einleitung künstlicher Atmung. Jellinek glaubte im Zentralnervensystem durchströmter Tiere regelmäßige histologische Befunde erheben zu können; wo das nicht der Fall war, zog er Reflexwirkung, den „Shock“, psychische Momente zur Erklärung des Todes herbei. Er besteht auch heute noch auf äußerster Mannigfaltigkeit des Todesmechanismus und will die Richtigkeit der Darstellung nicht zugeben, welche schon 1899 von Prevost und Battelli auf Grund systematischer Tierversuche mit Berücksichtigung aller Bedingungen gegeben worden ist, wonach bei Berührung mit mittleren Spannungen, wie sie an den Verbrauchsstellen vorherrschen — 110—500 Volt —, und genügend kleinem Übergangswiderstand (guter Erdung des betreffenden Organismus) sowie entsprechender Lage von Stromein- und -austrittsstellen das Herz in einen Zustand versetzt wird, in welchem die Muskulatur der Kammern „flimmert“, statt geordnete, abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung zu zeigen; dieser Zustand hält bei Hund, Pferd und Mensch auch nach Öffnung des Stromes an, statt, wie bei Nagetieren und Kaltblütlern, oft von selbst wieder geordneter Tätigkeit Platz zu machen. Aufhören des Kreislaufs und Tod (der „Sekundenherztod“ H. E. Herings) ist die Folge; und dies ist der Mechanismus des Starkstromtodes in der überwiegenden Zahl der Fälle. Boruttau, welcher die Tierversuche von Prevost und Battelli vielfach selbst wiederholt und bestätigt hat, hat ein amtliches Material, bestehend aus den Inspektionsakten von 1190 „elektrischen Unfällen“

daraufhin durchgearbeitet, wie oft *Durchströmung des Herzens allein*, solche des Kopfes und Halses (mit dem Atemzentrum im verlängerten Mark) zusammen mit dem Herzen, und wie oft solche des Kopfes allein stattgefunden hat. Es ergab sich, daß die letztgenannten beiden Vorkommen völlig zurücktreten gegen die Fälle, wo Durchströmung nur des Herzens dem tödlichen Unfall zugrunde lag. Nach den 1912 von der Pariser staatlichen Kommission bestätigten Ermittlungen von *Prevost* und *Battelli* ist Wechselstrom der üblichen Periodenzahl besonders gefährlich, indem zur Tötung etwa $\frac{1}{2}$ der bei Gleichstrom nötigen Intensität bereits genügt. Dagegen macht nach denselben Forschern hochgespannter Wechselstrom kein Kammerflimmern, und dazu stimmt nach *Boruttaus* Ermittlungen die große Zahl der nicht oder wenigstens nicht unmittelbar tödlichen Hochspannungsunfälle. Hier kommt noch die „automatische Ausschaltung“ hinzu, die vielfach durch den Widerstand der ausgedehnten Brandschorfe bewirkt wird, welche durch die gewaltige Stromwärme hier äußerst schnell entstehen. — Daß der Tod fast immer durch Kammerflimmern zustande kommt, dafür spricht auch die immer wiederkehrende Angabe, daß die sofort eingeleitete und oft stundenlang fortgesetzte künstliche Atmung erfolglos blieb. Sie soll deswegen nicht etwa unterlassen werden, sondern ihre sofortige Vornahme bildet die Voraussetzung für die Wirksamkeit von Eingriffen zur Wiederherstellung geordneter Herzstätigkeit. Hierüber liegen Vorarbeiten vor, mit deren Weiterführung *Boruttau* beschäftigt ist. Indessen betreffen die Aussichten auf Erfolg nach der Natur der Grundlagen des Flimmervorgangs und den gewöhnlichen Bedingungen der Unfälle jedenfalls immer nur einen kleinen Teil derselben. Im übrigen muß die — bei uns trefflich ausgebildete — Unfallverhütung eintreten; — gegenüber dem oft unbegreiflichen Leichtsinn vor allem Warnung und Aufklärung: der Tod durch Elektrizität ist, entgegen der Behauptung *Jellineks*, in der Mehrzahl der Fälle kein „Scheintod“! Autoreferat.

Das Problem der Krebsentstehung. (*Eugen Kirch*. Vortrag, gehalten im naturwissenschaftlichen Verein an der Universität Würzburg am 18. Dezember 1917.) Unter den vielen Theorien, die im Laufe der Zeit zur Erklärung der kausalen Krebsgenese aufgestellt worden sind, spielen die *parasitäre Theorie* und die *Reiztheorie* die wichtigste Rolle. Die erstgenannte Lehre, nach der irgendwelche Parasiten die Ursache des Krebses und vielleicht überhaupt aller Geschwülste bilden sollen, trifft nach heutigen Kenntnissen nur für den Pflanzenkrebs zu. Dagegen ist für den Tier- und Menschenkrebs ein spezifischer Erreger nicht erwiesen; es sprechen sogar eine ganze Reihe von Gründen gegen die Annahme eines noch nicht nachweisbaren, aber doch vorhandenen spezifischen Erregers. Es können jedoch gelegentlich ganz verschiedenartige Parasiten, vor allem Nematoden und Zystizernen, die Rolle von Krebs-erregern übernehmen, aber nicht durch direkte Wirkung, sondern indirekt, indem sie zunächst zu einer „präkarzinomatösen Erkrankung“ führen, durch welche sekundär dem Krebs der Boden bereitet wird. Grundlegend für diese Anschauungen sind die klassischen Untersuchungen *Fibigers* in Kopenhagen geworden, der bei Ratten in einem hohen Prozentsatz der Fälle mit *Spiroptera neoplastica*, einer tropischen Nematode, endlich papillomatöse Wucherungen im Vormagen mit nachfolgender Krebsbildung erzeugen konnte. Das Wesentliche ist dabei der *chronische organische Reiz* durch die betreffenden Parasiten. Aber auch mancherlei anorganische Reize chemischer, thermischer, mecha-

nischer und sonstiger Natur können, wie Vortragender an zahlreichen Beispielen dartut, zu einer Krebsentstehung führen und zwar wiederum auf dem Wege eines „präkarzinomatösen Zustandes“, der eben für gewöhnlich eine chronische Entzündung ist. An der Bedeutung des chronischen Reizes im Sinne der Reiztheorie ist also für einen Teil der Fälle nicht mehr zu zweifeln. Sicherlich sind aber außer den exogenen Ursachen auch endogene Zellstörungen von Bedeutung. Veränderungen, die nach dem Vorschlage *v. Hansemanns* als „Anaplasie“ bezeichnet werden. Die geistvolle Theorie *Boveris*, welche die Ursache aller bösartigen Geschwülste in abnormem Chromosomenbestand erblickt, vermag diese Verhältnisse und damit die formale Krebsgenese recht gut zu erklären, ist aber vorerst nur eine Hypothese. Die übrigen Theorien der Krebsgenese, die Vortragender nur kurz streift, sind sämtlich mehr oder weniger bedeutungslos geblieben oder sogar bereits widerlegt worden. Somit ist das vielbearbeitete Problem der Krebsentstehung trotz vieler bekannt gewordener Einzeltatsachen leider noch nicht gelöst. Autoreferat.

Experimentelle Untersuchungen über Luftembolie (*Jehn*, W. und *Th. Naegeli*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Mediz. Bd. VI, S. 64). Luftembolien sieht man klinisch relativ selten eintreten, sie entstehen dadurch, daß bei Verletzungen größerer Venen — besonders am Hals — Luft ins rechte Herz angesaugt wird und dadurch den Tod des Patienten bedingen kann. An Hand von 40 Experimenten, zu denen Kaninchen, Katzen und Hunde verwendet wurden, suchten *Jehn* und *Naegeli* die Todesursache festzustellen; mit Hilfe des Kymographion wurden Druck im linken bzw. rechten Herzen und Atmung registriert (Kurven). Die durch Sektion gewonnenen Präparate gaben Aufschluß über das pathologisch-anatomische Bild (Abbildungen).

Aus den Versuchen ergab sich zunächst, daß Tiere eine Luftembolie ohne schwere Schädigung überstehen können. Verwendet man eine größere Dosis zu einmaligen oder kleinere Dosen zu mehrmaligen Embolien, so tritt unter allen Umständen der Tod rasch ein. Der Einfluß der Embolie macht sich an Puls und Atemkurve bemerkbar. Während der Druck im rechten Herzen steigt, sinkt er im linken. Die vermehrte, vergrößerte, angestrengte Atmung ist der Ausdruck einer erheblichen Dyspnoe. Diese kymographisch festgestellten Erscheinungen finden ihre Erklärung im pathologisch-anatomischen Befund. Das linke Herz ist vollkommen leer gepumpt, das rechte dagegen bis in die feinsten Verzweigungen der Art. pulm. prall mit lufthaltigem Blut gefüllt, maximal dilatiert und die Venen stark gestaut. In der Anwesenheit der Luft im rechten Herzen und den Lungenarterien, besonders in der durch sie bedingten Überdehnung desselben, sehen wir die mechanische Behinderung im kleinen Kreislauf und somit die Todesursache. Es handelt sich also um einen Herztod, verursacht durch *Stauung und maximaler Überdehnung des rechten Herzens* — die durch Punktion erfolgreich behoben werden können —, d. i. eine akute Herzinsuffizienz.

Th. Naegeli, Bonn.

Mit der *Avifauna* des unteren Senegalgebietes hat sich Prof. *Oscar Neumann* in der Festschrift für Geheimrat *Reichenow* eingehend beschäftigt. Es ist dasjenige Faunengebiet Afrikas, in dem zwar zuerst ornithologisch gesammelt wurde, das aber noch heute als das am wenigsten bekannte des ganzen schwarzen Erdteils gelten muß. Kaum Nennenswertes ist seit

1753, als *Adanson* von seiner Senegalreise nach Europa heimkehrte, in dem genannten Gebiet gearbeitet worden. Vogelbälge zu Putzzwecken und lebende Vögel kamen Jahre hindurch zu zehntausenden aus diesen Gebieten zu uns, ohne daß wir deren genaue Herkunfts-orte kannten. Wissenschaftlich in ornithologischer Hinsicht darf das untere Senegalgebiet noch heute als eine völlige *Terra incognita* bezeichnet werden. Viel ist noch an gründlicher Forschung in diesem Gebiet, aus dem wir noch keine Entenspezies kennen, aus dem bis heute keine, endemischen Arten nachgewiesen wurden, aus dessen Steppen-, Busch- und Grasland nur zwei Lerchenarten bekannt sind, usw., zu leisten. Viele interessante Fragen harren hier in zoogeographischer Hinsicht der Lösung. Es bleibt festzustellen, wo sich am Senegal das tropische und das paläarktische Faunen-gebiet sondern, und was die vermutlichen Urwälder des Gebietes an Arten enthalten. Die von *Verreaux* gegebenen Mitteilungen über die in den 50er Jahren des verflossenen Jahrhunderts angeblich von Galam am oberen Senegal erhaltenen Sammlungen sind nach-zuprüfen. Ferner wird die interessante Frage zu erörtern sein, wie weit sich die Vogelfaunen des Senegal und des Gambia unterscheiden. *Neumann* ist nicht der Ansicht *Reichenows*, daß die Avifauna des Senegal einem ost-südlichen Steppengebiet, die des Gambia einem westlichen Waldgebiet zuzuweisen sei. Auch im Westen, im Innern Kameruns und in Nordangola gibt es ausgedehnte Steppengebiete mit typischer Steppen-fauna, die von denen Ost- und Südafrikas nur wenig verschieden sind. Sollten spätere Forschungen be-stätigen, daß Formen, die wir heute nur vom Gambia kennen, auch am oberen Senegal vorkommen, so würde damit der Beweis erbracht sein, daß zwischen Senegal und Gambia faunistisch kein Unterschied besteht, daß nur an ersterem Fluß mehr Steppenland, an letzterem mehr Waldgebiet vorherrscht. *H. Schalow, Berlin.*

Zur Hydrophysik des Zürich- und des Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. (*Leo Minder, Archiv für Hydrobiologie, XII, S. 122—194.*) Die thermische Sprungschicht ist in erster Linie eine Folge der Wärmestauung in den obersten Wasserschichten, hervorgerufen durch die an der Oberfläche am stärksten stattfindende Absorption der Wärmestrahlen und das schwache Leitungsver-mögen des Wassers. Ihre Ausbildung beginnt vor dem Maximum der ins Wasser eindringenden Strahlungs-energie an der Wasseroberfläche und rückt infolge der Tag- und Nachoszillationen in geringe Tiefe (im Zürichsee in etwa 5 m). Bei fortschreitender Jahres-zeit nach überschrittenem Wärmemaximum wird sie durch die Konvektionsströmungen immer tiefer ab-wärts geschoben, bis sie im Spätherbst in der Tiefe verschwindet. Man kann also einen Frühjahrestypus der Sprungschicht (obere Grenze der Sprungschicht an oder nahe der Oberfläche) und einen Herbsttypus (obere Grenze in größerer Tiefe) unterscheiden. — Der Zürichsee ist im Sinne *Forels* ein temperierter See, der Walensee ein tropischer See (bedeutende Tiefe, steile Ufer, daher relativ kleine Oberfläche, also auch geringe Möglichkeit der Wärmefaufnahme bzw. -ausstrahlung).

Die maximale Sichttiefe beträgt im Zürichsee 11.4 m, im Walensee 16.8 m. Die Sichttiefe steigt mit zuneh-mender Sommerteilzirkulation, erreicht bei Vollzirku-lation — also im Winter bzw. Frühling — ihren Höhe-punkt und sinkt mit beginnender Sommerstagnation.

„Durch die Konvektionsströmungen werden also die sonst mehr oberflächlich angehäuften Suspensionen, im Zürichsee fast nur das Phytoplankton ohne aktive Lokomotion, auf die ganze Tiefe verteilt, so daß die Transparenz in diesem Sinne wächst.“ Lichtintensi-tätsmessungen mit photographischen Platten (die mit-tele eines besonders konstruierten Apparats in der Tiefe exponiert wurden) ergaben in „immerhin beträchtlicher Seetiefe“ noch hohe Werte. — Farbmessungen mit der *Forelschen* Skala zeigten als Grundfarbe (die mittlere und häufigste Farbe) für den untersten Teil des Zü-richtsees die Farbe VII, für den übrigen Zürichsee die Farbe VI und für den Walensee die Farbe V.

Die Bakterienperiodizität gestaltet sich im Zürich-see so: im Sommer Minimalzahlen (meist weniger als 100 Keime im cem) an der Oberfläche, geringe Zunahme mit der Tiefe. Im November wird das Wintermaxi-mum durch Vermehrung vorhandener Wasserbakterien in den obersten Schichten eingeleitet. Durch die Kon-vektionsströmungen werden die entstandenen Bak-terienmengen mehr und mehr nach der Tiefe hin ver-teilt, so daß schon im Dezember gleichmäßig hohe Zahlen in allen Schichten gefunden werden. Mit be-ginnender Sommerstagnation gehen die hohen Bak-terienzahlen des Winters (ca. 3—5000) zum Sommer-minimum über, und zwar in den höheren Schichten rascher, in den tieferen langsamer. Die Bakterien-periodizität ist eine Funktion von Dauer und Inten-sität der Sonnenstrahlung; die sommerliche Bakterien-zunahme nach der Tiefe stimmt etwa überein mit der Abnahme der photochemisch wirksamen Strahlen. Die Bakterienmenge im See wird also durch die Größe dieses entwicklungshemmenden Faktors bestimmt, während die Konvektionsströmungen eine wichtige Rolle als Bakterienverteiler in vertikaler Richtung spielen.

Thienemann, Plön.

Neue Berechnung der Schwerstörungen auf dem Atlantischen Ozean. (*Dr. H. Wolff, Dozent a. d. Techn. Hochschule Berlin, Zeitschr. f. Verw. Wesen Heft 2, 1918.*) In seiner Dissertation „Die Schwer-kraft auf dem Meere und die Hypothese von *Pratt*“ hatte der Verfasser u. a. eine neue Ausgleichung der *Heckerschen* Beobachtungen auf dem Atlantischen Ozean vorgenommen. Die Grundlage für diese neue Ausgleichung bildeten die Fehlergleichungen von *Schjötz* in dessen Arbeit „Über die Schwerkraft auf dem Meere längs dem Abfall der Kontinente gegen die Tiefe“. Weil nun *Schjötz* bei seiner Ausgleichung die Fahrtkorrektur nicht berücksichtigt und außer-dem die Beobachtungen bei Schiff ohne Fahrt mit denen bei Schiff in Fahrt unrechtmäßig vereinigt hatte, war von dem Verfasser in der Dissertation die neue Ausgleichung durchgeführt worden, aber nur bis zur Berechnung der übrigbleibenden Fehler aus den Fehlergleichungen. In der jetzigen Arbeit wurden aus den übrig bleibenden Fehlern die Schwerstörungen berechnet und den *Heckerschen* Werten gegenüber-gestellt. Das Ergebnis der Untersuchungen läßt sich wie folgt zusammenfassen: „Die Neuberechnung der Schwerstörungen unter Zugrundelegung der Fehler-gleichungen nach *Schjötz* gibt im allgemeinen keine großen Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der von *Hecker* gewählten Ausgleichungsart. Die von ihm abgeleiteten Schwerstörungen erfahren nach Be-rücksichtigung der angegebenen kleinen Änderungen hierdurch eine gewisse Bestätigung. Autoreferat.“

0

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 31.

2. August 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler.

Von *Prof. Dr. Th. v. Kármán, Aachen.* S. 457.
Geschützdonner und Wetter. Von *Dr. B. Brandt, Belgig i. M.* S. 463.

Besprechungen:

Jaeger, Wilhelm, Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektrischen und magnetischen Messungen. Von *Walther Gerlach, Göttingen.* S. 464.

Geographische Mitteilungen:

Geophysikalische Diskussionsabende. Starke Regenfälle in der Sahara. Erdfall in den französischen Alpen. Neue geographische Zeitschriften. Die Zukunft der internationalen Erdmessung. Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der elfjährigen Klimaperiode. S. 466—468.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Soeben erschien:

Lehrbuch der Harnanalyse

Von

Ivar Bang

o. Professor der physiologischen und medizinischen Chemie an der Universität Lund

Mit 3 Textabbildungen

Preis gebunden M. 7.60

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung.

Allgemeines physikalisches und chemisches Verhalten des Harns.

Die chemische Untersuchung des Harns.

Die normalen Bestandteile.

Anorganische Harnbestandteile. — Organische Bestandteile Die N-freien aliphatischen Bestandteile des normalen Harns. — Die stickstoffhaltigen Bestandteile des normalen Harns.

Die aromatischen Bestandteile des Harns.

Die Phenole.

Zufällige Harnbestandteile.

Anorganische Stoffe. — Organische Stoffe.

Pathologische Harnbestandteile.

Eiweiß. — Eiweißderivate.

Fermente.

Zucker im Harn. — Die quantitative Bestimmung des Traubenzuckers. — Fett. — Gallenbestandteile. — Sedimente.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Mathematische Zeitschrift

Unter ständiger Mitwirkung von:

K. Knopp
Berlin

E. Schmidt
Berlin

I. Schur
Berlin

herausgegeben von

L. Lichtenstein
Berlin

Wissenschaftlicher Beirat:

W. Blaschke **L. Fejér** **G. Herglotz** **A. Kneser** **E. Landau**
O. Perron **F. Schur** **E. Study** **H. Weyl**

Erscheint in zwanglosen Heften, deren vier zu Bänden von etwa 28 Bogen vereinigt werden sollen.

Preis des Bandes M. 24.—

Inhaltsverzeichnis von Band I, Heft 4:

Winternitz, A., Über den Jordanschen Kurvensatz und verwandte Sätze der Analysis situs. — Szegő, G., Ein Beitrag zur Theorie der Polynome von Laguerre und Jacobi. — Hecke, E., Eine neue Art von Zetafunktionen und ihre Beziehungen zur Verteilung der Primzahlen. — Schur, I., Über die Verteilung der Wurzeln bei gewissen algebraischen Gleichungen mit ganzzahligen Koeffizienten. — Bohr, H., Über streckentreue und konforme Abbildung. — Sturm, R., Einfacherer Beweis für die acht Schnittpunkte dreier Flächen zweiter Ordnung. — Sturm, R., Die doppelte Bedingung für eine Rotationsfläche zweiten Grades. — Szász, O., Berichtigung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

2. August 1918.

Heft 31.

Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler.

Von Prof. Th. v. Kármán, Aachen.

Der Ingenieur und Schriftsteller *Joseph Popper* — in weiteren Kreisen meist unter dem Pseudonym *Lynkeus* bekannt —, der in diesem Frühjahr von seinen zahlreichen Verehrern umgeben in Hietzing bei Wien den achtzigsten Geburtstag beging, vereinigt in sich seltene Gaben für zwei Berufe, die nach den landläufigen Begriffen einander ziemlich ferne liegen. Im Grunde genommen sind jedoch *Dichtkunst* und *Technik* oder Ingenieurkunst — wie man sie früher mit Vorliebe nannte — gar nicht so wesenfremd, wie man im ersten Augenblick denken würde. Die schöpferische Tätigkeit auf beiden Gebieten ist vor allem beseelt durch dieselbe Gabe der menschlichen Psyche, durch die *Phantasie*, d. h. durch die Fähigkeit, aus bekannten Elementen das noch nicht Existierende, das Neuartige aufzubauen und — was in letzter Linie für den Erfolg auf beiden Gebieten nicht unwichtig ist — unseren Mitmenschen als Begreifliches, ja als Selbstverständliches vorzuzaubern.

Auch bei *Joseph Popper*, dessen Tätigkeit insbesondere auf dem Gebiete der technisch-wissenschaftlichen Forschung diese Zeilen gewidmet werden sollen, finden wir das Phantasievolle als Leitmotiv, welches durch sein ganzes Leben und durch all seine Werke zieht. Die liebliche Göttin, die den Auserwählten so viel irdische Not und Enttäuschung zu vergessen hilft, hat ihn bis ins Greisenalter begleitet, und es ist wohl kein Zufall, daß ihn in den letzten Jahrzehnten insbesondere jener Zweig der Technik, der augenblicklich die weitesten Möglichkeiten der Entwicklung zu bieten scheint, die *Luftfahrt*, gefesselt hat. Es ist jedoch eine Art nüchterne Phantasie, welcher wir bei ihm begegnen, oder — wie ich sie durch einen leichten Mißbrauch des Titels seines bekanntesten schriftstellerischen Werkes bezeichnen möchte — die „Phantasie eines Realisten“, die stets durch Wissen und durch ein wohl entwickeltes technisches Gefühl im Zaume gehalten wird, die stets mit den Tatsachen rechnet und den Zwang der Naturgesetze, den Widerstand der feindseligen Materie wohlbeachtend, das Neue der Natur in heißem Ringen abgewinnt.

Ein zweites Moment, welches durch die gesamten Arbeiten *Poppers* sich hindurchzieht, und welches — wenn es auch oft nicht auf der Oberfläche erscheint — doch den meisten wahren Förderern der Technik innewohnt, ist das *ethische Moment*. Es kann nicht der Zweck dieser Zeilen

sein, den Ethiker und Soziologen *Popper*¹⁾ dem Leser vorzuführen. Es sei nur erwähnt, daß sein Menschheitsideal in dem Satze gipfelt, daß das höchste Gut des Einzelnen in der individuellen *Freiheit*, in der Freiheit des Körpers und des Geistes besteht. Der Staat sei so aufzubauen, daß er jedem seiner Bürger die Grundbedingungen dieser Freiheit zu gewährleisten vermag. *Popper* hat ein Werk verfaßt, welches den Titel „Die allgemeine Nährpflicht, als Lösung der sozialen Frage“ trägt und die Pflicht des Staates behandelt, seinen Bürgern das tägliche Brot zu sichern, gleichzeitig auch darlegt, wie der Staat durch Schaffung einer „Nährarmee“ dieser Pflicht praktisch nachkommen könnte. Es ist klar, daß ein Mann von solcher Denkungsart nicht zu denjenigen gehören kann, die sich durch noch so gewaltige Fortschritte der Technik — wie er selbst in seiner Selbstbiographie sagt (erschienen in 1917, Leipzig, Verlag Unesma G. m. b. H.) — „so sehr hypnotisieren lassen, daß sie gar oft darüber den Menschen vergessen, ja sogar ihn absichtlich zurücksetzen.“

Er fragt sich vielmehr, wenn irgendeine neue, selbst große technische Leistung, namentlich eine solche Erfindung auftaucht:

„Was wird nun eine Stunde nachher sein? Wie wird sich die Welt, das menschliche Leben dadurch ändern?“

Es ist wohl heute mehr als je begründet, sich darüber Gedanken zu machen, ob die gewaltigen Fortschritte der Technik wirklich stets zum Wohle der Menschheit dienen und gedient haben? Ein wahrer Freund der technischen Entwicklung mag sich höchstens mit dem Gedanken trösten, daß wir in diesem Augenblick wohl gezwungen sind, gerade auf technischem Gebiet die gewaltigsten Anstrengungen zur Erzeugung der Werkzeuge des Mordes aufzubieten, daß es aber schließlich doch zu dem Zwecke geschieht, die Grundbedingungen einer menschenfreundlicheren, produktiven technischen Tätigkeit für später sicherzustellen.

Am klarsten tritt *Poppers* Standpunkt gegenüber der Technik in seiner im Jahre 1886 veröffentlichten Schrift: „Die technischen Fortschritte nach ihrer ästhetischen und kulturellen

¹⁾ *Poppers* Hauptwerke auf diesem Gebiete sind: Das Recht zu leben und die Pflicht zu sterben (1878, Dresden, 3. Aufl. 1903). — Fundament eines neuen Staatsrechts (Dresden 1905). — Das Individuum und die Bewertung menschlicher Existenzen (Dresden 1910, unter dem Pseudonym Lynkeus). — Die allgemeine Nährpflicht, als Lösung der sozialen Frage (Dresden 1912).

Bedeutung“ (1886 bei Carl Reißner, Dresden, 2. Auflage 1901) hervor.

Es spricht der Künstlergeist zu uns, wenn er „die Schönheit des Suchens nach der Wahrheit“ oder den ästhetischen Genuß, den Neuerfindungen oder große technische Leistungen erwecken, erörtert. Der Verfasser protestiert gegen den Vorwurf, daß der modernen Generation der Idealismus fehle. „Genau das Umgekehrte ist richtig. Wie viele Tausende fanden und finden — so fragt *Popper* — ein sachliches und beinahe unerschöpfliches Interesse daran, daß es ermöglicht wurde, mittels eines unterseeischen Kabels zwischen Europa und Amerika zu korrespondieren — und was haben denn die meisten Menschen davon, daß man von Europa nach Amerika telegraphieren kann? Die reine Sache für sich ist es, ein ganz und gar abstraktes, sozusagen theoretisches, ästhetisches Vergnügen.“ „So ist es auch“ — meint er weiter — „mit dem Interesse, das man dem Projekt der Luftschiffahrt entgegenbringt. Von Ausnahmen, z. B. den Kriegsverwaltungen abgesehen (man beachte, daß dies im Jahre 1901 geschrieben wurde), empfindet niemand eigentlich ein reales Bedürfnis danach, durch die Luft zu fliegen, die ganze Sehnsucht danach ist eine rein ästhetische, ebenso die Betrachtung der einzelnen kleinen Schritte der Flugtechniker, und niemand wird behaupten wollen, daß das Vergnügen und das Interesse an jedem Geschwindigkeitsgewinn, welcher bei einem Luftballon erreicht wird, darin seinen Grund hat, daß man dabei die Absicht im Sinne hat, selbst davon einen Gebrauch zu machen.“

Ein weiteres zutreffendes Beispiel liefert der Bau von großen Tunnels oder Brücken, wobei die Frage, ob das Werk gelingen wird, viele Leute in Spannung hält, die nie einen Vorteil davon haben werden und gar nicht auf die Möglichkeit eines solchen Vorteils denken.

Die Abhandlung liefert gewissermaßen durch Analyse der durch die technischen Fortschritte erweckten Gefühle einen Beitrag zur Ästhetik, indem er das Kantsche Kriterium des Schönen, das „interesselose Wohlgefallen“ auf die Freude anwendet, die wir bei Betrachtung technischer Leistungen, ganz unabhängig von einer Nutzanwendung, empfinden.

Im zweiten Teile des Aufsatzes tritt der Ethiker und Soziologe in den Vordergrund. Der Verfasser vertritt zunächst den Satz, daß technisches Talent genau so wie Künstlergenie keineswegs immer mit moralischer Tüchtigkeit beim Individuum, und technischer Fortschritt keineswegs mit ethischem Hochstand des betreffenden Gemeinwesens verbunden sind, daß sie vielmehr ziemlich selten zusammenfallen.

Für die Beurteilung, ob gewisse technische Fortschritte für Hebung des Kulturstandes nützlich sind oder nicht, dienen ihm folgende Merkmale der „wahren Kultur“ als Maßstab:

1. Sicherung der Existenz jedes einzelnen Individuums.

2. Vorhandensein der Hilfsmittel und Einrichtungen, damit so viel als nur möglich jenes Behagen und Glück erreicht werde, das jeder Einzelne verlangt.

3. Nichtvorhandensein jener Faktoren, die den Einzelnen zwingen wollen, nicht nach seinem eigenen, sondern nach dem Ermessen anderer glücklich zu sein.

Nun werden die Erfindungen bezüglich ihrer Einwirkung auf das Leben der Menschen klassifiziert, und zwar in solche, die einer gewissen Anzahl von Menschen nützlich sind, ohne andern zu schaden und in solche, die einer gewissen Anzahl nützen, einer anderen Anzahl schaden. Die zweite Kategorie wird in zwei Unterklassen geteilt, je nachdem die Schädigung mit Absicht oder ohne Absicht zugefügt wird. In die erste Unterklasse werden die meisten industriellen Maschinen, in die zweite die gesamten Kriegsmittel eingereiht.

Das Ergebnis der ganzen Untersuchung faßt der Verfasser in der Feststellung zusammen, daß der Einfluß der technischen Fortschritte auf die allgemeine Kultur, d. i. auf die „Individualitätskultur“, in vielen Beziehungen doch ein außerordentlich günstiger ist, und daß dieser günstige Einfluß im Laufe der Zeit durch außertechnische Fortschritte ein noch ungleich kräftiger sein kann. Man soll eben den eventuellen schädlichen Einflüssen einer technischen Errungenschaft — wie er es an einer andern Stelle auseinandersetzt — nicht dadurch begegnen wollen, daß man den Fortschritt hemmt; man soll sie vielmehr durch passende sozialpolitische, richtiger sozialistische Institutionen unschädlich machen.

Poppers praktische Ingenieur Tätigkeit bestand lediglich in Durchführung und Vertrieb zweier seiner Erfindungen: seiner Kesseleinlagen (eine mechanische Vorrichtung zur Verhütung von Kesselsteinanhäufungen mittels Verbesserung der Wasserzirkulation) und seines selbstventilierenden Gradierwerkes (Luftkühlapparat zur Rückkühlung des im Kondensator sich erwärmenden Kühlwassers).

Mit der ersten Erfindung trat er im Jahre 1867 hervor, nach langjährigen erfolglosen Bemühungen — trotz abgeschlossener Hochschulbildung — in irgend einem technischen Betriebe eine passende Stelle zu erlangen und nachdem er sich jahrelang durch eine „Hofmeisterstelle“ erhalten hatte. So beschloß er — wie er in der bereits erwähnten Selbstbiographie erzählt — seine technischen Kenntnisse zu benutzen, sich durch eigene Erfindungen zu erhalten. Die erste Erfindung ging auch leidlich gut, die Kesseleinlagen, die auch in zahlreichen technischen Zeitschriften beschrieben worden sind, fanden ziemliche Verbreitung. *Popper* selbst sagt, er und sein Bruder, mit dem er die Erfindung gemeinsam betrieb, seien so ziemlich auf ihre Rechnung gekommen; da aber das durch die Erfindung hereingebrachte Vermögen doch nur gering war, so trat an ihn gar bald

wieder die Notwendigkeit heran, für Erwerb zu sorgen, „also wieder brauchbare Erfindungen zu machen“.

Er versuchte zunächst mit einem „Luftkondensator“, d. h. mit Abkühlung des Dampfes durch unmittelbare Berührung mit bewegter Luft (je eine größere Anlage wurde bei Siemens & Halske in Wien und im Prokopschacht des Silberbergwerkes in Příbram ausgeführt; der Luftkondensator erzeugte natürlich kein Vakuum, ermöglichte jedoch die Rückgewinnung des Wassers, was in wasserarmen Gegenden oder wo das Wasser zur Kesselspeisung sich nicht eignet, von Wert ist), ging aber später zu der Konstruktion eines Rückkühlers (Gradierwerk) über, wie dieser heute bei Anlagen, denen frisches Kühlwasser in begrenztem Maße zur Verfügung steht, allgemein Anwendung findet. Seine Konstruktion zeichnete sich dadurch aus, daß durch geschickte Ausnutzung der Strömung des vom Kondenswasser frei werdenden Dunstes und der warmen Luft der Kühlturm ohne Ventilator sich selbst ventilierte und man mit einer geringen Bodenfläche auskam.

Diese zweite Erfindung betrieb *Popper* bis zum Jahre 1897, als er infolge seines Gesundheitszustandes jede geschäftsmäßige, technische Beschäftigung aufgeben mußte.

Fünfundzwanzig der besten Jahre seines Lebens „verlor“ er nach seinen eigenen Worten, die er mit Montierungen seiner beiden Erfindungen und Reisen verbrachte und die er gerne mehr geistigen Beschäftigungen, wissenschaftlichen und schriftstellerischen Arbeiten gewidmet hätte. So mußte er die vielen Reisen und die Aufenthalte in den Hotels benutzen, philosophische, sozialistische und etwas schöngeistige Werke zu lesen und „auch selbst zu skizzieren“.

Ob diese „Skizzen“ — die „Phantasien eines Realisten“ sind während dieser Zeit entstanden — auch gleich ausgefallen wären, wenn ihr Verfasser stets pekuniär so gesichert gewesen wäre, daß er ohne Zeitverlust rein geistige Ziele hätte verfolgen können?

Es gehört dies wohl zu jenen müßigen Fragen, welche man nicht entscheiden kann.

Schon während seiner praktischen Tätigkeit hat *Popper* an Problemen der wissenschaftlichen Forschung lebhaften Anteil genommen, namentlich auf den Gebieten der *Elektrotechnik* und der *Luftfahrt*¹⁾.

In den achtziger Jahren widmete er sich nebst seinem Kondensator insbesondere den Problemen

der Elektrotechnik, die ihm eine vorzügliche Darstellung der „Physikalischen Grundsätze der elektrischen Kraftübertragung“ (Wien, bei Hartleben 1884) und eine Reihe wertvoller Aufsätze in der Zeitschrift für Elektrotechnik verdankt.

Sein Interesse für die Elektrotechnik datiert jedoch von viel früheren Zeiten. Im Jahre 1882, als man in München die von *Marcel Deprez* anlässlich der elektrischen Ausstellung aufgestellte erste Fernleitungsanlage bewunderte, ließ er eine versiegelte Schrift öffnen, in der er im Jahre 1862 die Idee der elektrischen Kraftübertragung und der Organisation der elektrischen Energieverteilung als erster dargelegt hat und die er, nachdem er bei Wiener Professoren und Wiener Mechanikern ohne Erfolg versucht hat, die materiellen Mittel zu einem Demonstrationsversuch zu erlangen, zur Wahrung der Priorität bei der kaiserlichen Akademie in Wien deponierte¹⁾.

Es ist hochinteressant, das kleine Schriftchen zu lesen:

„Naturmotoren, wie Ebbe und Flut, heftige Winde in den öden Gegenden, Wasserfälle in den Tiefen der Gebirge usw. können auf diese Weise aus fernen Orten in die Gebiete der Zivilisation, in die Umgebung der passenden, zugehörigen Nebenumstände geleitet werden, die Kraft eines fließenden Wassers und überhaupt jeder vielleicht tatsächlich verwertete Motor kann den für den industriellen, nationalökonomischen Zweck entsprechenderen Bedingungen zugeführt, also in seinem Werte vervielfacht werden. In kurzem, jedes industrielle oder ähnliche Unternehmen könnte in Zukunft auf ein ungefähres Maximum der Verwertung, Rentabilität gebracht werden.“

„Unsere technisch-chemischen Prozesse können daher durch mechanische hervorgebracht werden, auf direktem und indirektem Wege, unter vollständiger oder teilweiser Benützung der Umwandlung.“

„Dies alles ist aber zu bewerkstelligen, wenn der Motor, z. B. der Wasserfall, eine passend aufgestellte magnetoelektrische Maschine bewegt, der hierdurch entstehende galvanische Strom in einer Art Telegraphenleitung über Berg und Tal geleitet und am gewünschten Orte mittels einer elektromagnetischen Maschine zu mechanischer und unmittelbar zu chemischer Arbeit — also zur Elektrolyse im großen — verwendet wird.“

Naturgemäß erscheint das Problematische — wie die Ausnützung der Ebbe und Flut, die Ausnützung der Winde und der „Luftströmungen aus Schornsteinen“ zur Erzeugung elektrischer Energie — mit dem Realisierbaren und heute bereits Realisierten gemischt. Andererseits muß man das Klarsehen bewundern, wenn *Popper* in jener Zeit geschrieben hat:

„Man sieht sogleich ein, daß in kleinen wie größeren Städten die Kraft zentralisiert und durch Leitungen an die Einzelnen — Industrielle und

¹⁾ Abgedruckt als Anhang in den „Physikalischen Grundsätzen“, ferner in der „Selbstbiographie“.

Gewerbsleute — ähnlich der Überlassung des Leuchtgases übergeben werden kann.“

Zwanzig Jahre später sind die Männer, die diese Ideen realisiert haben, zu großem Ruhm und Reichtum gelangt.

„Dennoch legt der Verfasser“ — nach seinen eigenen Worten anlässlich der Öffnung jenes versiegelten Briefes — „nur einen geringen Wert auf die Priorität und er will die Verdienste solcher Männer, wie *Werner Siemens*, *Marcel Deprez* u. a., auch nicht im geringsten für kleiner angesehen wissen oder sein eigenes Verdienst den ihrigen in die Nähe stellen, aber ganz ausgelöscht möchte er doch die Tatsache selbst nicht gerne sehen; um so weniger, als ihm die Hervorhebung der sozial-ökonomischen, ethischen Tendenz, die in dem betreffenden Aufsatz zum Vorschein kommt, die eigentliche und Hauptbefriedigung gewährt.“

In der Tat schreibt er in dem kleinen Aufsatz

„Ich mag keine längere Auseinandersetzung geben, glaube jedoch annehmen zu können, daß vielen heute noch vom Pauperismus heimgesuchten Gegenden hierdurch Hilfe geleistet und auch anderseits das soziale Leben im allgemeinen angenehmer und veredelter gestaltet werden könnte.“

„Die physikalischen Grundsätze der elektrischen Kraftübertragung“ geben zunächst die Grundlagen einer allgemeinen Energetik, etwa in der Form, wie sie später von *Helm* und *Ostwald* ausgeführt worden ist. Das Wesentliche in diesen Ausführungen ist die Zerlegung der Arbeitsgrößen, d. h. der Energiedifferenz in zwei Faktoren, welche sich im allgemeinen mit den bekannten Kapazitäts- und Intensitätsfaktoren *Ostwalds* decken. *Popper* nennt die beiden Faktoren: „unveränderliche Menge“ und „veränderlichen Arbeitszustand“. Bei der Wärmeenergie tritt bei ihm für den ersten Faktor „die kalorisch gemessene ponderable Materie“, d. h. das Produkt aus Masse und spezifischer Wärme auf, während in der späteren Energetik als Kapazitätsfaktor die Entropie eingeführt wird.

Nach der allgemeinen energetischen Einleitung werden das Stromgesetz für die Elektrizität (Ohmsches Gesetz), die Arten und Gesetze der Elektrizitätserzeugung und die Gesetze des elektrischen Arbeitstransportes besprochen.

Poppers erste Arbeit auf dem Gebiete der *Aeromechanik* ist eine rechnerische Behandlung der energetischen Verhältnisse beim Luftballon und insbesondere eines heute etwas eigenartig erscheinenden Problems: der Anwendung eines *Luftballons als Kraftmaschine*¹⁾, indem man das Gas, speziell Warmluft durch wiederholte Erwärmung und Abkühlung einen Arbeitsprozeß ausführen läßt. Der Gedanke geht auf das Jahr 1783 zurück, als der französische Chemiker *Guyton Morveau* den Vorschlag machte, einen durch billige

Brennstoffe geheizten Warmluftballon als Kraftmaschine zum Pumpenantrieb (zu Zwecken der Grubenentwässerung, die damals im Vordergrund der Maschinentechnik stand) zu benutzen. Die von *Popper* angestellte Berechnung liefert naturgemäß einen äußerst geringen thermischen Wirkungsgrad für den Prozeß. Die auf demselben Gedanken beruhende „Sonnenmühle“, bei der kleinere Ballons paternosterartig sich bewegen sollen, indem die aufsteigenden durch Sonnenstrahlung erwärmt, die absteigenden abgekühlt werden, führt wiederum zu praktisch nicht möglichen Abmessungen.

Diese Arbeit hat, trotz des negativen Ergebnisses betreffs der eigentlichen Problemstellung, doch eine gewisse Bedeutung im Leben ihres Verfassers gewonnen, weil sie ihm Veranlassung bot, mit *Robert Mayer* in nähere Beziehung zu kommen. Als Ergebnis eines herzlich gehaltenen Briefwechsels²⁾ zwischen den beiden ähnlich gesinnten Männern kam eine sehr wertvolle Besprechung der zweiten Auflage *Robert Mayers* „Mechanik der Wärme“ aus der Feder *Joseph Poppers* im Jahrgang 1876 in der Wochenschrift „Das Ausland“ zustande³⁾.

In dieser Rezension tritt *Popper* zunächst lebhaft für die Priorität *Mayers* bezüglich des Gedankens der Äquivalenz von Wärme und Arbeit ein. Er betont die Wichtigkeit des „Alles umfassenden Gedankens“, auch falls das Einzelphänomen bereits früher experimentell nachgewiesen worden ist (*Joule*). Er stellt das Verhältnis der *Mayerschen* Entdeckung zu den *Jouleschen* Versuchen in Analogie zum Verhältnis der *Newtonschen* Gravitationstheorie zu den Experimenten von *Cavendish*, der zuerst die Anziehung irdischer Massen unmittelbar nachgewiesen hat.

„Durch *Newton* wie durch *Mayer* lernten wir weit auseinander liegende Erscheinungen auf einfache Weise in Zusammenhang zu bringen und nebst dieser gewonnenen Einsicht in das bereits Bekannte wurden wir vermöge der durchdringenden Ausarbeitung des Grundgedankens mit neuer prophetischer Kraft: dem höchsten Ziele der Wissenschaft ausgerüstet; und genau diesen selben Nutzen hätten wir aus den beiden neuen Anschauungen gezogen und dieselbe Voraussicht in Naturerscheinungen hätten wir besessen, wenn die allgemeine Gravitation der Materie wie die Äquivalenz von Wärme und Arbeit nicht direkt vor unsere Augen gebracht worden wäre, wenn also *Cavendish* und *Joule* niemals ihre Experimente vorgenommen hätten.“ (Gilt dies nicht auch für die jetzt so heiß umstrittene Frage des direkten Nachweises der Elektronenladung?)

In weiterer Folge der Besprechung behandelt *Popper* eine auch heute höchst aktuelle Frage, die der Beziehung zwischen phänomenologischer

¹⁾ Über die Quelle und den Betrag der durch Luftballons geleisteten Arbeit, in den Sitzungsberichten der kais. Akademie d. Wissensch., Wien 1875.

²⁾ *Mayers* drei Briefe sind in der *Popperschen* Selbstbiographie abgedruckt.

³⁾ Ebenfalls im Anhang der Selbstbiographie abgedruckt.

Wärmelehre und Molekularmechanik. *R. Mayer* war der Ansicht, daß „so wenig aus dem zwischen Fallkraft und Bewegung bestehenden Zusammenhange geschlossen werden kann: das Wesen der Fallkraft sei Bewegung, so wenig gilt dieser Schluß für die Wärme. Wir möchten vielmehr das Gegenteil folgern, daß um zu Wärme werden zu können, die Bewegung aufhören müsse, Bewegung zu sein“.

Dieser Satz ist scheinbar widerlegt worden durch die Erfolge der molekularen Wärmetheorie, die die Wärmeerscheinungen restlos als Bewegungserscheinungen zu erklären verspricht.

Demgegenüber präzisiert *Popper* seinen Standpunkt dahin, daß wiewohl die mechanische Auffassung der Wärme ungeheure Erfolge aufzuweisen hat, wir niemals berechtigt sind zu sagen: „Wir betrachten Wärme als eine Art der Bewegung“, sondern: „Zwischen der aufgehörenden endlichen Bewegung und der Empfindung Wärme ist Molekularbewegung als eine der Zwischenstationen anzutreffen.“ Er protestiert gegen das Doppelgesicht, das man der Welt durch die direkte Beschreibung der Erscheinungen einerseits und durch ihre mechanische Erklärung andererseits aufprägen will. Wir sind so geartet, daß uns eine mathematische Behandlung, besser eine erfolgreiche Behandlung eben nur bei räumlichen Beziehungen geglückt ist, wobei wir vielleicht die andern Sinneswahrnehmungen zu sehr vernachlässigen.

So steht es für ihn fest: Kein Phänomen kann durch ein anderes „erklärt“ werden, man versteht es nur dadurch, daß man es wahrnimmt.

Diese erkenntnistheoretische Lehre — die mit den erkenntnistheoretischen Ideen *E. Machs*¹⁾ viel Gemeinsames hat — muß jedem Physiker, der seine Seele restlos der mechanischen oder — sei es — der elektromagnetischen Auffassung aller Phänomene vergeben hat, Anlaß zum Nachdenken geben. Es würde zu weit führen, näher auf die Frage einzugehen; ich will nur betonen, daß diese im Jahre 1876 geschriebenen Zeilen noch heute mit der Frische der Aktualität wirken. Bei mir wurde dieser Eindruck noch dadurch bekräftigt, daß ich vor einigen Jahren, in einer Zeit, als ich — selbst in quantentheoretische Arbeiten tief versunken — sozusagen von den Erfolgen der modernen Molekularmechanik mich berauschen ließ, dieselbe Frage mit meinem Vater öfters eingehend besprochen habe, wobei er, der Philosoph, genau den Mayersehen, oder besser den Popperschen Standpunkt mir gegenüber mit Erfolg vertreten hat. *Poppers*, leider in einer heute ziemlich unbekannten Zeitschrift erschienenen Aufsatz haben wir beide nicht gekannt.

Wir wollen jedoch zu *Poppers* weiteren Ar-

beiten über *Luftfahrt* und *Aeromechanik* zurückkehren.

Er hat auf diesem Gebiete eigentlich nichts „entdeckt“, abgesehen von der Idee einer „Kapitivschraube“ (gefesselter Schraubenflieger), deren Bau als Ersatz für Fesselballons er im Jahre 1879 anregte und die vielleicht noch zur Wirklichkeit werden mag.

Viel mehr jedoch, als die meisten Entdeckungen jener Zeit, haben seine Aufsätze zur Klärung der Gedanken beigetragen.

Sehr schön charakterisiert *Popper* selbst den Einfluß richtiger theoretischer Einsicht auf die Entwicklung der Praxis in der Studie „Maschinen- und Vogelflug“ (erschienen 1911 bei M. Krayn, Berlin). Er zitiert den bekannten flugtechnischen Schriftsteller *Moedebeck*, der die Frage aufwirft: „Ist es nicht wunderbar, daß diese Apparate (die Drachenflieger von *Voisin*) fliegen, wo die Brüder *Voisin*, die aus einfachen Maschinenschlossern hervorgegangen sind, keine einzige Formel kennen und anwenden? Wieviel zahllose hochgebildete Ingenieure gibt es, welche uns mit Integralen und Differentialen bis auf das $\frac{1}{2}$ genau berechnet haben, die hernach nicht geflogen sind!“

„Die Antwort auf diese Frage und dieses Staunen — meint *Popper* — ist leicht zu geben. Ohne jenen Schlossern und Mechanikern ihre Verdienste irgendwie bestreiten zu wollen — ohne sie geht es ja überhaupt nicht —, wird doch gewiß niemand ihnen eine besondere flugtechnische Begabung zusprechen wollen, durch die sie sich von den hochgebildeten aber nicht fliegenden Ingenieuren unterscheiden.“

„Aber: Wenn irgendein Gebiet von den Theoretikern nach vielen Seiten hin, unter großem Denkaufwand und wie alles im Leben mitunter nicht ohne Fehlgänge, durchgearbeitet wurde, so atmet auch der Nichttheoretiker, der sich aber um den Stand der Frage kümmert, in einer mehr oder weniger gereinigten Atmosphäre fachlicher Ansichten und Resultate, ohne daß er sich dessen recht bewußt wird, und ohne sich daher in der Schuld jener Theoretiker zu fühlen; ihm scheint es so, als hätten sich die Einsichten von selbst gemacht.“

Diese schönen Sätze kann man kaum auf jemanden mit besserem Recht anwenden, als auf ihren Verfasser selbst. Wenn man *Poppers* „Flugtechnik“ vom Jahre 1889, seine „Flugtechnischen Studien“ aus den Jahren 1896 und 1899, die erwähnte Studie „Maschinen- und Vogelflug“ oder seine kleineren Aufsätze liest, so wird man heute einiges unzutreffend, vieles veraltet finden, aber die „Klarheit der Atmosphäre“, das peinliche Vermeiden jedes Mystischen, jedes Unklaren, was sonst in der flugtechnischen Literatur so üppig gedeiht, macht die Lektüre dieser Schriften auch für den heutigen Leser lehrreich und interessant. Es ist sicher, daß *Joseph Popper* als einer der ersten zu jenen Männern zu zählen

¹⁾ *Mach* und *Popper* waren durch ein halbes Jahrhundert eng miteinander befreundet; wie *Mach* erzählt, sind sie beide — unabhängig von einander — zu ihrer, in den Grundzügen übereinstimmenden erkenntnistheoretischen Weltauffassung gelangt. S. auch *Poppers* Nekrolog über *Mach*. (Vossische Zeitung, 1917.)

ist, die dazu beigetragen haben, die Flugtechnik auf klarer, mechanisch-physikalischer Grundlage mit den übrigen technischen Lehrfächern in Einklang zu bringen.

Ein klares Beispiel liefern hierzu die beiden Hefte der „Flugtechnischen Studien“, von welchen Heft 1, von einer Besprechung der Löbbschen Arbeiten ausgehend, die allgemeine Theorie des Luftwiderstandes und den Mechanismus desselben, das zweite Heft den Gleitflug oder — wie man damals es nannte — das Problem der „Sinkverminderung“ behandelt.

Nachdem er über die experimentellen Arbeiten v. Löbbs rühmend berichtet, gibt Popper eine kritische Darstellung der bekannten „Lufthügeltheorie“ des genannten Verfassers. Löbbs geht von der Anschauung aus, daß an dem Vorderteil eines vom Wind angeblasenen Körpers ein prismenartiger Stauhügel sich bildet, in dessen Innern die Luft vollständig ruht, während längs der Begrenzungsflächen des Stauhügels die Luft abströmt. Die hierdurch entstandene Ablenkung bedingt den Luftwiderstand.

Popper stellt dieser Theorie mit vollem Recht sein Bedenken entgegen, daß die Existenz solcher, durch ebene Trennungsflächen scharf umgrenzter, ruhender Gebiete mit der Mechanik der Luftbewegung unverträglich ist. Er weist ferner auf den Umstand hin, daß heiße Körper durch strömende Luft viel intensiver als in ruhender Luft abgekühlt werden und die abgeführte Wärme ungefähr proportional der Luftgeschwindigkeit ist, was sicher nicht möglich wäre, falls vor dem Körper wirklich ein ruhender Lufthügel sich bilden würde.

Während der sonst als Forscher sehr verdiente Ingenieur Löbbs augenscheinlich zu einer ad hoc Hypothese seine Zuflucht nimmt, läßt dies bei Popper sein weitgehender Blick und sein wissenschaftliches Gewissen nicht zu und er beschränkt sich auf Klarstellung der Mechanik des Luftwiderstandes auf Grund der allgemeinen Sätze von der Erhaltung der Energie und des Impulses.

Die spätere Entwicklung der Aeromechanik hat klar erwiesen, daß die Vorgänge, die die Gesetze des Luftwiderstandes bestimmen, auch in den scheinbar einfachsten Fällen viel komplizierter sind, als daß sie durch jene ad hoc Theorien auch nur angenähert dargestellt werden könnten.

In mehreren Schriften befaßte sich Popper mit der Feststellung der Bedingungen, unter welchen eine erfolgreiche Lösung des Flugproblems möglich erschien. Er gehört in dieser Hinsicht in wahren Sinne des Wortes zu den „Pionieren der Luftfahrt“, weil sein Hauptaugenmerk eben auf die zu leistenden Vorarbeiten gerichtet war. Er bemerkt selbst in seiner bereits öfters erwähnten Selbstbiographie, daß ihn die geistigen — gedanklichen oder experimentellen — Bemühungen, welche die Fortschritte in der Flugtechnik wie in jedem andern technischen Gebiete ermöglichen, viel mehr interessierten, als die tatsächlichen Errungenschaf-

ten selbst. „Sobald das erste Exemplar einer Flugmaschine oder eines rascher fahrenden Luftballons der Welt vorgeführt wurde, war für mich das eigentliche und hauptsächlichste Interesse an dem technischen Fortschritt erledigt.“

Die Hauptfragen waren damals, bei welcher spezifischen Motorleistung $\left(\frac{\text{Motorleistung}}{\text{Motorgewicht}} \right)$ ein Projekt eines Motorluftschiffes oder eines Flugzeuges aussichtsreich erscheint? Ferner, welche „Flugmaschinensysteme“ (Drachenflieler, Schraubenflieler, Schwingenflieler) die meiste Hoffnung zur Verwirklichung des maschinellen Fluges bieten?

Die Unterschiede gegen heutige Begriffe sind natürlich ungeheuer. So bespricht z. B. Popper in seiner „Flugtechnik“ (1889) als den „leichtesten Ballonmotor“ den Elektromotor, welchen Renard und Krebs in ihrem „lenkbaren Luftschiff“ eingebaut gehabt haben. Die gesamte Kraftanlage (Elektromotor samt Akkumulatorbatterie) wog bei einer Nutzleistung von 3,4 PS — 652 kg, daher 190 kg für die Pferdestärke! Die heutigen Flugmotoren haben den Rekord: 1 kg Gewicht für jede Pferdestärke erreicht, und die ganze Kraftanlage samt Betriebsmittel für sechs Stunden wiegt nicht über 3–4 kg für die Pferdestärke.

Die rechnerische Behandlung der Frage nach dem zulässigen Motorgewicht (in einem im Jahre 1880 im österreichischen Ingenieur- und Architektenverein gehaltenen Vortrage) führt Popper zu dem Ergebnisse, daß ein maschinelles Fliegen nur dann möglich ist, wenn der Motor für die Pferdestärke nicht mehr als 9 kg wiegt. Bekanntlich ist der mechanische Flug erst mit viel leichteren Motoren verwirklicht worden. Interessant ist indessen, daß andere sachkundige Konstrukteure, z. B. Kress, diese sicher optimistische Berechnung noch für zu pessimistisch gehalten haben. Kress hat für sein Modell „Aeroveloc“ vorgerechnet, daß das Flugzeug fliegen würde, falls man einen Motor mit 30 PS Leistung und einem Gewichte von 600 kg bauen könnte! (also 20 kg/PS). Die Diskrepanz der Berechnungen hängt mit dem sogenannten, damals viel erörterten „Sinusproblem“ zusammen, d. h. mit der Frage, wie die Abhängigkeit der Luftkräfte vom Anstellwinkel (Neigung der Tragflächensehne gegen die Flugrichtung) in Rechnung zu stellen sei? Es waren zwei Schulen da: die eine schwur auf die sogenannte Newtonsche Formel, die andere auf die sogenannte einfache Sinusformel. Nach der Newtonschen Formel wäre der Auftrieb (z. B. bei der schiefen ebenen Tragfläche) dem Quadrate, nach der anderen Formel der ersten Potenz des trigonometrischen Sinus des Anstellwinkels proportional. Falls die Newtonsche Formel zu Recht bestehen sollte, erschien das Flugproblem auch im Falle, daß sehr leichte Motoren gebaut werden können, praktisch fast aussichtslos, weil bei kleinen Anstellwinkeln, also in dem Bereich, in

welchem zwischen Widerstand und Auftrieb noch ein annehmbares Verhältnis besteht, der Auftrieb auf die Flächeneinheit so gering wäre, daß man zu ungeheuren Abmessungen gelangen müßte. Nach der Sinusformel erhält man dagegen annehmbare Flächengrößen und es bleibt nur die Forderung nach leichten Motoren, allerdings — wie *Popper* nachgewiesen hatte — mit viel geringerem Gewichte, als man damals für möglich gehalten hatte. (*Kreß* gelangte zu seiner optimistischen Auffassung — wie ebenfalls *Popper* nachwies — auf Grund einer merkwürdigen Berechnung, indem er den Widerstand nach der Newtonschen, den Auftrieb nach der Sinusformel gerechnet hat.) Die Streitfrage des Sinusproblems wurde dann durch die Lößlschen Versuche zugunsten der Sinusformel entschieden. Bekanntlich liefert jedoch nach neueren Versuchen auch die Sinusformel keine brauchbare Annäherung; es gibt überhaupt keine einfache rationale Formel für die Abhängigkeit der Luftkräfte vom Anstellwinkel. Es hat vielmehr das Suchen nach solchen Formeln eigentlich in schädlicher Weise zur Verschleierung der bereits bei den damaligen primitiven Versuchen zu Tage tretenden wahren Gesetzmäßigkeiten beigetragen.

Was die Berechnungen über die Aussichten der verschiedenen Systeme anbelangt, so kommt *Popper* auf Grund allgemeiner Betrachtungen zu dem Ergebnis, daß alle „intermittierende“ Systeme (Flügel Schlagapparate, Wellenflugapparate) ungünstiger sind als diejenigen, welche auf „kontinuierlicher Kraftentwicklung“ beruhen, also Schrauben- und Drachenflieger. Obwohl zunächst die Drachenflieger das Feld vollständig eroberten, gewisse Vorliebe für Schraubenflieger hat er stets bewahrt.

In späteren Abhandlungen befaßt er sich mit vielen speziellen Fragen über Drachenflugzeuge, insbesondere mit Berechnungen über verschiedentlich definierte Nutzeffekte bei Flugzeugen, über günstigste Gewichtsverteilungen, z. B. zwischen Flügelgewicht, Motorgewicht und Nutzlast, ferner mit vergleichenden Berechnungen über Gewichts- und Kraftverhältnisse bei Flugmaschinen und fliegenden Lebewesen. Sehr beliebt waren in der damaligen Literatur auch die Maximum- und Minimumprobleme, wie z. B. die Frage nach dem Flugzustand mit geringstem Arbeitsaufwande, nach dem Flugzustand des langsamsten und des weitesten Fluges usw. Allerdings wird aus diesen mit vielem Geistesaufwand durchgeführten Berechnungen wenig in eine moderne Fluglehre übergehen. Der Entwicklungsgang ist derselbe wie auf anderen Gebieten der technischen Wissenschaften: von dauerndem Wert sind einerseits die allgemeinen physikalisch-mechanischen Grundlagen, erhärtet durch experimentelle Forschungen, andererseits sammelt jedoch die Konstruktionspraxis ihr eigenes Material am liebsten in Form von empirischen Regeln, deren Anwendungskreis zwar viel enger ist, als jener der ratio-

nellen Berechnungen, dafür aber in dem engen Anwendungsgebiet die für die praktische Arbeit nötige Sicherheit und Anpassungsfähigkeit besitzen.

So halte ich auch in *Poppers* flugtechnischen Schriften die klare Darstellung einiger Grundfragen (z. B. die des Gleitproblems) für wertvoller, als die Behandlung vieler „subtiler“ Fragen, in die er sich gerne vertiefte.

Außer der klaren Begriffsbildung und der Tendenz nach exakter Behandlung der Fragen werden *Poppers* einschlägige Schriften durch einen starken, in der flugtechnischen Literatur — wie in den meisten jungen Wissenschaftszweigen — sonst selten vorkommenden historischen Sinn gekennzeichnet. So ist die Abhandlung „Der Maschinen- und Vogelflug“ zum großen Teile den Arbeiten von *Alphonse Pénaud* gewidmet, den man (zeitlich vor *Kreß*, der seine Arbeiten jedoch nicht kannte) als den eigentlichen Entdecker des heutigen mit natürlicher Stabilität behafteten Drachenfliegers ansehen muß. Und in allerletzter Zeit hat *Popper* eine ausführliche Abhandlung über die Werke des mit ihm befreundeten gewesen, verdienten österreichischen Flugtheoretikers *Jarolimek* veröffentlicht.

Dem Verfasser des Werkes „Das Recht zu leben und die Pflicht zu sterben“ — eines der schönsten Bücher, die jemals geschrieben worden sind — hat Gott das Glück zu Teil werden lassen, den achtzigsten Geburtstag in rüstiger Geistesfrische begehen zu dürfen. Bei großen Männern, die ein hohes Alter erreichen, werde ich stets an das schöne Lagerlöfsche Märchen erinnert, an das Märchen von der armen Frau, die ihre Tage dem sterbenskranken Papst schenkt, um dessen Leben dadurch zu verlängern. Wenn dem alten Lynkeus alle diejenigen, die an seinen Werken ein Ergötzen, eine Erbauung und eine Vertiefung ihres Geisteslebens erfahren haben, nur etliche Stunden von ihrer Lebenszeit schenken wollten, so werden seine Verehrer noch lange Jahre in seine kleine Hietzinger Wohnung wallfahren dürfen.

Geschützdonner und Wetter.

Von Dr. B. Brandt, Belzig i. M.

Es ist häufig, zuletzt im russisch-japanischen Kriege, behauptet worden, daß der Geschützdonner die Witterung beeinflusse. Freilich gehen die Berichte über die Art der Wirkung auseinander. Von der einen Seite wird Regenförderung und trübes Wetter, von der anderen Zerstreuung der Wolken und die Herbeiführung schönen Wetters behauptet. Die Wissenschaft stellt sich in dieser Frage auf einen sehr skeptischen oder ablehnenden Standpunkt (vgl. *S. Günther*, Handbuch der Geophysik, II., S. 39). Immerhin sind bisweilen doch so auffällige zeitliche Beziehungen zwischen den beiden Faktoren festzustellen, daß es schwer fällt, die diesbezüglichen Beobachtungen einfach beiseite zu schieben und es vielmehr rätlich erscheint, sie als

Material zu späteren Untersuchungen zu sammeln. Hierzu ein kleiner Beitrag aus dem gegenwärtigen Kriege:

• Am Serwetsch-Schtscharaabschnitte des östlichen Kriegsschauplatzes, und zwar an der nördlich von Baranowitschi gelegenen Strecke, wies die Gefechtstätigkeit im Juni und Juli 1916 folgendes Bild auf: Von Mitte Juni bis zum 2. Juli herrschte bis auf vereinzelte Schüsse eine fast vollkommene Ruhe. Am 2. Juli setzte gleichzeitig mit der Sommeschlacht eine lebhaftere Kampftätigkeit ein, die sich gelegentlich bis aufs höchste steigerte. Erst gegen Ende Juli wich sie wiederum einigermaßen ruhigen Zeiten. Der Wendepunkt der Kriegslage, der 2. Juli, bildet nun gleichzeitig eine Caesur zwischen zwei wesentlich verschiedenen Perioden der Witterung. Beide waren gleichmäßig durch mäßig warmes, nicht schwüles, angenehmes Sommerwetter ausgezeichnet; im Juni herrschte es dauernd und war nur durch ein einziges Gewitter unterbrochen, im Juli aber wurde es durch häufige Gewitter und kurze, mehr oder weniger heftige Regen gestört, die zeitlich fast stets mit stärkerem Artilleriefeuer annähernd zusammenfielen.

Am 4. Juli steigerte sich das Artilleriefeuer von 8 bis 12 Uhr abends zu größter Heftigkeit; gegen 10 Uhr folgte ein starkes Gewitter mit anhaltendem Regen, der mit dem Abflauen des Feuers nachließ.

Der 5. Juli war sonnig und trocken. Gegen 11 Uhr abends setzte kurze Zeit nach dem Beginne stärksten Feuers ein überaus heftiger Gewitterregen ein.

Der verhältnismäßig ruhige 6. Juli war von schönem, gewitter- und regenfreiem Wetter begleitet.

Am 8. Juli wurde der Vormittag von sehr heftigem Feuer ausgefüllt, doch zeigte das Wetter keine Besonderheit.

Am 9. Juli folgte dem Beginne lebhafter Feuerstätigkeit in den frühen Abendstunden Regen und Wetterleuchten.

Am 14. Juli, einem heiteren, nicht schwülen Tage bereitete 2 Uhr nachmittags ein zweistündiges Trommelfeuer einen Angriff vor. Bald begann ein leichter, öfters aussetzender Regen, der mit dem Feuer aufhörte. Besonders bemerkenswert ist, daß er örtlich beschränkt war und nur in der Gegend der feuernden Batterien wahrgenommen wurde.

Am 27. Juli 9.30 Uhr abends setzte annähernd gleichzeitig mit starkem Artilleriefeuer leichter Regen ein; das gleiche war mit einem etwas größeren zeitlichen Abstände am 28. Juli der Fall, wobei es sich um einen Gewitterregen handelte.

Am 30. Juli folgte 10 Uhr abends Gewitter mit Regen tagsüber mäßigem, in den Abendstunden anschwellendem Feuer.

Regen und Gewitter kamen und verschwanden stets mit einer solchen Pünktlichkeit, daß man allgemein damit rechnete, wobei besonders merk-

würdig war, daß es in den Zwischenzeiten weder heiß noch schwül war. Es herrschte durchaus keine Gewitterstimmung, Regen und Gewitter kamen vielmehr wie aus heiterem Himmel.

Soviel über die bemerkenswertesten zeitlichen Zusammenhänge zwischen Artilleriefeuer und Wetter, die durch genauere meteorologische Daten festzulegen die Lage leider verhinderte. Es sei dazu noch bemerkt, daß im Gegensatz zu diesen Beobachtungen zu anderen Zeiten, z. B. während heftiger Kampftage im Aisnegebiete im Sommer 1917 nicht die Spur zeitlicher Beziehungen zwischen Geschützfeuer und Wetter zu bemerken war.

Besprechungen.

Jaeger, Wilhelm, Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektrischen und magnetischen Messungen. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1917. XXVI, 533 S. und 583 Abb. im Text. Preis geb. M. 26,—.

Die schnell fortschreitende Entwicklung der Physik in den beiden letzten Jahrzehnten, die Entdeckung und stete Ausbreitung und Verzweigung neuer Erscheinungsgebiete, die dankbare Forschungsarbeit in ihnen, durch theoretische und hypothetische Ideen leicht befruchtbar, verleiten schon den älteren Studenten, sich einseitig mit ihrem Gedankenkreis vertraut zu machen, sich allzusehr auf die Entdecker-Arbeit zu verlegen. Hierbei muß aber die Ausbildung in einem klassischen Zweig der Physik leiden: dem Gebiete der Meßtechnik. Während die Beschäftigung mit den modernen Theorien ohne gründliche Kenntnis der klassischen Theorie der Physik nicht möglich ist, besteht zwischen dem forschenden, experimentellen Arbeiten und dem meßtechnischen Wissen und Können kein solch zwingender Zusammenhang. Fehlt aber diese Ausbildung, so ist schlechterdings eine kritische Durcharbeitung der bei Forschungsarbeiten verwendeten Methoden nicht möglich, und die Folge ist — die neuere physikalische Literatur bietet leider genug Beispiele hierfür — Verkennung der gewonnenen Resultate, Mißdeutungen und durch sie bedingte verfehlte Spekulationen und Theorien. Dazu kommt, daß aller genialer Forschergeist allein die Physik nicht hochgebracht hat, daß er sie allein auch nicht weiterbringen wird, wenn er nicht auf den Grundlagen der klassischen Messungen aufbaut und mit den durch sie erhaltenen Voraussetzungen arbeitet. Und vor allem: Mögen die Erfolge entdeckender, sorgsamer Experimentierarbeit auch noch so groß sein, mag der weitblickende Forscher auch die Kleinarbeit der Präzisionsmessungen etwas über die Schulter ansehen, spöttelnd ob der jahrelangen Mühen und Sorgen zur Verringerung der Fehlergrenzen einer Messung um ein einziges Prozent oder noch weniger — wer weiß, ob ohne die Präzisionsmessungen über die Dichte des Stickstoffs die Welt der Edelgase bekannt, ob ohne die ϵ/μ -Messungen die Zunahme der elektromagnetischen Masse mit der Geschwindigkeit nach der Theorie von Lorentz im Gegensatz zu der von Abraham errechneten Massenänderung bewiesen wäre, wie ohne Michelsons Versuch, ohne quantitative Kanalstrahlenmessungen, ohne absolute Strahlungsmessungen, ohne mühsamste Messungen der Feinstruktur von Spektrallinien die Entwicklung und vor allem die physikalische Berechtigungserkenntnis weittragender theoretischer Ideen möglich gewesen wäre. Leistet so

die stets fortschreitende Entwicklung der Meßtechnik der Wissenschaft, der Erweiterung unserer Erkenntnis in doppelter Weise dauernd ihre Dienste, so ist doch ihre Aufgabe damit keineswegs erfüllt. Internationale wissenschaftliche Vereinbarungen über die Größe von Urmaßen, von *Normaleinheiten* sind auf ihrer Arbeit erstanden, durch die alle Forschungsergebnisse vergleichbar wurden. Mit ihnen mißt die praktische Technik die Leistung ihrer Erzeugnisse; bei handelswirtschaftlichen Fragen, gesetzlichen Bestimmungen zur Ermöglichung einer Regelung von Streitigkeiten über Lieferungsbedingungen technischer Geräte und Maschinen, bei technischen Konkurrenzfragen dienen sie als unabänderliche gesetzliche Einheitsmaße. Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, charakterisieren sich die *Grundlagen der Meßtechnik* mehr als manches andere Forschungsgebiet, als *internationales Interessengebiet*, und tatsächlich ist ja ihre Entwicklung einer jahrzehntelangen internationalen Arbeit zu verdanken. —

Die Berechtigung eines Werkes, wie das zur Besprechung vorliegende: *Elektrische Meßtechnik* von *Wilhelm Jaeger*, Mitglied der physikalisch-technischen Reichsanstalt, ist somit anzuerkennen, da gleiche Bearbeitung noch nicht vorliegt. Als Leserkreis ist ihm vor allem jeder sich ernsthaft mit Physik beschäftigende Student zu wünschen. Es ist vielleicht als eine Vertiefung und Erweiterung der entsprechenden Teile des „Kohlrausch“ zu bezeichnen. Elektrische Messungen, wie sie im physikalischen Praktikum ausgeführt werden, behandeln viele Werke — neben *Kohlrausch* z. B. die bekannte Starkesche experimentelle Elektrizitätslehre. Aber gerade das, was in ihnen allen fehlt, will *Jaeger* bringen: Ein theoretisches und praktisches Lehrbuch der Technik der elektrischen Präzisions-Messungen und ihre Resultate in kritischer Beurteilung.

Das Werk enthält kaum Tatsachen, Gedanken oder Theorien, die nicht schon irgendwo in der Literatur veröffentlicht sind; es soll eine *einheitliche* Zusammenstellung zum Zwecke des Studiums oder des Gebrauchs beim Arbeiten geben. Hierdurch wird einerseits eine schnellere und bessere Orientierung erreicht, als sie durch Studium von Originalabhandlungen möglich ist, da die in ihnen enthaltene Entwicklung durch eine zusammengezugene Darstellung der sichersten Ergebnisse ersetzt ist. Wo für die Behandlung spezieller Fragen kein Raum zur Verfügung stand, ist auf die nähere Angaben enthaltende Originalarbeit verwiesen. Andererseits will der Verfasser aber auch eine Erleichterung des Studiums besonders bezüglich der mathematischen Behandlung erreichen. Er faßt deshalb die auch bei der reinen Experimentalphysik unvermeidlichen theoretischen Darstellungen in einem besonderen Teil zusammen (Teil I, Theoretische Grundlagen), so daß die Behandlung von Theorie und Praxis der eigentlichen meßtechnischen Fragen durch sie nicht in die Länge gezogen oder unübersichtlich wird. Hierzu wählt er glücklicherweise eine einheitliche Formelsprache (Vektoranalysis, symbolische Darstellung des Wechselstroms) und gibt deren Erklärung in einem einleitenden Abschnitt „Mathematische Hilfsmittel“.

Der Hauptteil des Buches ist der Entwicklung von Normaleinheiten und den Methoden ihrer Reproduktion und praktischen meßtechnischen Verwendung im physikalischen Laboratorium gewidmet. Hierin nimmt die Behandlung der Fehlerquellen als die Kardinalforderung jeder Präzisionsarbeit einen breiten Raum ein. Teil II behandelt „Einheiten und Normale“, als Grund-

lagen gelten elektromotorische Kraft, Stromstärke und Widerstand, von denen die praktischen Einheiten des Widerstandes und der Stromstärke, Ohm und Ampere, als *gesetzliche* Grundeinheiten in enger Anlehnung an die Beschlüsse der internationalen Messungs- und Prüfungskommissionen angenommen sind, während als *praktische* sekundäre Einheiten Normalwiderstand und Normalelement festgesetzt sind. Aus ihnen sind die Normalien für Stromstärke, Kapazität und Induktivität abgeleitet. Die sichersten Reproduktionsmethoden werden behandelt, ihre internationale Übereinstimmung ist zu $\frac{1}{100\,000}$ ihres Wertes angenommen. Über den Zusammenhang dieser Normalien mit den „absoluten Einheiten“, dem C-G-S-System, sind endgültige Daten wohl nie erhältlich (IX. Teil, Anhang). Sind die Normalien auch aus absoluten Messungen gefunden, so sind diese aber doch nie fehlerfrei. Den praktischen Anforderungen ist durch die Festsetzung der Normalien vorerst Genüge geleistet, der Wissenschaft bleibt hier noch ein großes Arbeitsfeld.

In durchweg glücklicher Form ist eine Trennung zwischen „Meßinstrumenten“ (Teil III) und Meßmethoden (Teil V—VII) durchgeführt. Die Meßinstrumente sind nach einheitlichen physikalischen Gesichtspunkten (elektrostatische, elektrodynamische usw. Instrumente), nicht nach ihren Zwecken geordnet. Die mit verschiedenen Ausführungsformen der Instrumente erreichbare *Empfindlichkeit* ist meist angegeben. Die Meßmethoden (getrennt in Gleichstrom- [V], Wechselstrom- [VI] und magnetische Messungen [VII]) sind je nach dem zu erreichenden Ziel verschieden, sie sind durch die Angabe ihrer *Genauigkeit* charakterisiert. Zur Verwendung der Meßinstrumente in Meßmethoden sind (Teil IV) Hilfsapparate und -Vorrichtungen erforderlich (Batterien, Schalter, Widerstandskästen usw.). Meßanordnungen, welche zu Apparaten normalisiert sind, z. B. Kompensationsapparate, sind unter den Methoden behandelt.

Einige Anwendungsgebiete der elektrischen Messungen sind in Teil VIII mehr in Form eines Überblickes behandelt. Verfasser hat willkürlich zwei gewählt, deren Bedeutung sowohl auf wissenschaftlichem, als auch praktisch-technischem Gebiete liegt: die drahtlose Telegraphie und die elektrischen Temperatur- und Strahlungsmessungen. Auch an anderen Stellen wird auf die Bedeutung und Anwendungsmöglichkeit wissenschaftlicher Methoden in technischen Meßfragen hingewiesen. —

Bezüglich der vom Verfasser getroffenen Auswahl, insonderheit bezüglich der Beschränkung auf normale Messungsmethoden schon jetzt Wünsche und Abänderungsvorschläge vorzubringen, wäre verfrüht. Vielleicht ließen sich klassische Präzisionsmessungen als Beispiele für die Anwendung der meßtechnischen Grundlagen einschieben, wie ja auch für technische Messungen Beispiele — allerdings nur in großen Umrissen angedeutet — gegeben sind. Ein endgültiges Urteil hierüber wird sich aber erst nach längerem Gebrauch des Buches in Verbindung mit akademischem Praktikums- und Vorlesungsunterricht erreichen lassen. Besonders gelungen scheinen die theoretische Einleitung in ihrer knappen, aber gerade alles wichtige enthaltenden Form und die Kapitel über Galvanometer, Spannungs- und Widerstandsmessungen und Kurvenanalyse. Aber auch einige leicht zu beseitigende Mängel seien erwähnt: z. B. die Empfindlichkeit von Galvanometern und Elektrometern ist nicht immer in vergleichbaren Einheiten angegeben; auch sollte man die Definition des Reduktionsfaktors durch seinen reziproken Wert ersetzen,

die jetzt noch viel gebräuchliche Ausdrucksweise gibt zu leicht zu Mißverständnissen Anlaß. Ausdrücke, wie „die beste Methode ist . . .“ oder „am bequemsten verwendet man . . .“ oder „von festen Dielektriken ist Glimmer am günstigsten“ fallen auf gegenüber der sonst so exakten Formulierung. Gewiß ist eine bestimmte Sorte Glimmer ausgezeichnet in der und jener Beziehung; aber er hat doch auch Nachteile gegenüber anderen Dielektriken. An sehr vielen Stellen würde gerade eine Begründung eines Komparativs „besser, bequemer“ oder eines Superlativs für den Lernenden von besonderer Bedeutung und daher sehr willkommen sein. Schließlich sei der Hinweis auf die Druckfehler nicht vergessen — sie sind zahlreich; aber sie mögen entschuldigt werden mit den Kriegsverhältnissen, welche den Verfasser zwangen, die unendlich mühsame Arbeit des Korrekturlesens fast des ganzen umfangreichen Werkes allein zu bewältigen. Vielleicht wären sonst mit ihnen auch manche andere textliche Unklarheiten verschwunden. — Aber das sind nicht mehr als Schönheitsfehler im Vergleich zu dem Gesamteindruck dieses — auch vom Verlag bestens ausgestatteten — Werkes. Gerade die Verteilung von theoretischen Betrachtungen in allgemeine und speziell für eine Aufgabe erforderliche, die wirksame Unterstützung des Textes durch übersichtliche Schaltungsskizzen und Abbildungen, die scharfe Fassung von Definitionen scheinen geeignet, dem Jaegerschen Werk den fördernden Einfluß auf den Physikstudierenden und experimentellen Physiker zu sichern, den seine Materie in der Physik eingenommen hat und behalten soll.

Walther Gerlach, Göttingen

Geographische Mitteilungen.

Geophysikalische Diskussionsabende. Die verschiedenen Wissenszweige, die sich mit den metrischen und physikalischen Eigenschaften der Erde beschäftigen, sind durch mannigfaltige Beziehungen miteinander verbunden, was sowohl für die theoretische Seite, als auch für die instrumentelle Praxis gilt. Dagegen haben die einzelnen Forscher sich vielfach eng auf ihr eigenes Arbeitsgebiet beschränkt, ohne dauernd in Fühlung mit den Nachbarwissenschaften zu bleiben. Dieser Mangel ist in Berlin bereits vor einer Reihe von Jahren empfunden worden, und es wurde versucht, ihm durch Erweiterung eines von Professor Adolf Schmidt (Potsdam) regelmäßig an der Universität abgehaltenen geophysikalischen Kolloquiums abzuhelfen. Doch erwies sich begreiflicherweise die Einordnung dieser Veranstaltung in den Rahmen des Universitätsunterrichts nicht als förderlich für die Beteiligung von Vertretern der einzelnen Spezialfächer. Dagegen war der Abhaltung freier Erörterungsabende in Potsdam ein größerer Erfolg beschieden, weil hier die wissenschaftlichen Beamten des Astrophysikalischen, Meteorologischen und Magnetischen Observatoriums, des Geodätischen Instituts und der Universitäts-Sternwarte zu Neubabelsberg einen Stamm von Fachgelehrten bildeten, in denen die verschiedensten Richtungen der geophysikalischen Wissenszweige vertreten waren. Der Krieg hat diese Veranstaltungen, hoffentlich nur vorübergehend, unterbrochen. Es ist nun interessant, zu sehen, daß in England gerade der Krieg derartige Diskussionsabende ins Leben gerufen hat, und zwar ist es die British Association for the Advancement of Science gewesen, die ein Komitee zur Veranstaltung solcher Versammlungen eingesetzt hat. Die erste, in welcher die Grund-

linien des Planes und das Programm für die Folgezeit beraten wurde, fand am 7. November 1917 in den Räumen der Royal Astronomical Society unter dem Vorsitz des Astronomers Royal Sir Frank W. Dyson statt. Der heftige Protest, der von englischer Seite gegen die Wiederaufnahme gemeinsamer wissenschaftlicher Arbeiten mit den Mittelmächten nach dem Kriege erfolgt ist (vgl. die folgende Notiz über die Zukunft der Internationalen Erdmessung), und das offenbare Bestreben unserer Feinde, Deutschland auch in wissenschaftlicher Beziehung zu isolieren, läßt eine möglichst baldige energische Inangriffnahme intensivsten wissenschaftlichen Betriebes wünschenswert erscheinen. Es wäre daher mit besonderer Freude zu begrüßen, wenn die geophysikalischen Diskussionsabende auch bei uns bald in eine Form gebracht würden, die eine dauernde Weiterführung und eine erfolgreiche Entwicklung gewährleisten könnte.

Starke Regenfälle in der Sahara. Die Sahara ist keineswegs, wie vielfach angenommen wird, ein regloses Gebiet, nur erfolgen die Regenfälle nicht so regelmäßig, daß es zur Entwicklung ständig fließender Gewässer kommt. Gelegentlich aber stürzen gewaltige Wassermassen herab, die sogar katastrophal wirken können, wie es z. B. im April 1899 der Fall war, wo im Wadi-Uriu eine große Fläche so schnell unter Wasser gesetzt wurde, daß mehrere Soldaten ertranken. Einen ähnlichen Fall beobachtete der in der Tuat-Oase der westlichen Sahara stationierte französische Artilleriekapitän Augieras im Oktober 1915. Gewöhnlich bewirken die Herbstregen auf der südlichen Seite des Atlasgebirges eine Wasserführung des Oued Guir, die in der Regel bis Beni-Abbès hinabreicht, sich aber nur selten bis Ksabi bemerkbar macht. Das Flußtal zwischen Beni-Abbès und Ksabi, Oued Saoura und dessen Fortsetzung südwärts, Oued Messaoud, bilden die Sammelrinnen für alles vom Südrand des Atlas abfließende Wasser und somit für den größten Teil der westlichen Sahara. Zur Pluvialzeit bildete das Oued Saoura-Messaoud die Hauptader eines großen Flußsystems, heute ist es ein nur zeitweilig wasserführender Fluß, ein typisches Beispiel für die Oueds der westlichen Sahara. Im Oktober 1915 nun hatten die Regengüsse ein so plötzliches Steigen des Wassers im Oued Saoura-Messaoud zur Folge, daß die Karawanen, die das Trockental als bequemen Reiseweg zu benutzen pflegen, sich nur mit Mühe retten konnten. Ganze Palmenstämme rollte das wild dahinbrausende Wasser mit sich fort. In der Schlucht von Fom el Kheneg erreichte es, am 18. Oktober seinen höchsten Stand von mehr als 4 m. Den Damm, der sich hier befindet, um das Wasser nach der Tuat-Oase abzulenken, rissen die Fluten fort und bahnten sich einen Weg nach Süden, offenbar dem ursprünglichen Laufe des alten diluvialen Oued Messaoud folgend. Augieras ist nun diesem Wegweiser gefolgt. Er ist selbst den Spuren des Hochwassers bis 25° 33' Nord nachgegangen, hat Betrachtungen über dessen weiteren Verbleib angestellt und Berichte von landeskundlichen Eingeborenen gesammelt. Seine Untersuchungen machen es ihm wahrscheinlich, daß der Oued Messaoud seine Fortsetzung in dem vom Adrarhochlande her kommenden Oued Tamandourirt findet, der dem Niger bei Timbuktu zufließt. Er stellt die Hypothese auf, daß der von Norden kommende Oued Saoura-Messaoud sich früher mit dem vom Süden kommenden Niger vereinigt habe und beide sich nach Westen in den Südtail des Djouf ergossen hätten. Im Laufe der Jahrhunderte sei dann der erstgenannte Fluß in dem Sande

der Sahara versiegt und der Niger habe sich südwärts dem Golfe von Guinea zugewandt. Das trocken gelegte Djouf aber wurde zu der trostlosen Wüste, die es heute darstellt.

Erdfall in den französischen Alpen. Plötzliche Umgestaltungen der Erdoberfläche gehören in nichtvulkanischen Gegenden zu den größten Seltenheiten. Um so bemerkenswerter ist ein Vorfall, der sich am 1. Februar 1914 in dem Tal der Avance bei Avençon im Departement des Hautes Alpes ereignete. Östlich von diesem Orte öffnete sich plötzlich inmitten besäter Getreidefelder eine Schlucht von 5—6 m Durchmesser und 57 m Tiefe. Die Entstehung ist wahrscheinlich auf den Einsturz einer dünnen Gesteinsschicht zurückzuführen, unter welcher ein Gipslager durch unterirdische Auslaugung allmählich entfernt worden ist.

Neue geographische Zeitschriften. In London erscheint jetzt eine Zeitschrift unter dem Titel „*New Europe*“, deren beide ersten im Jahre 1917 erschienenen Bände eine Reihe von politisch-geographischen Artikeln und Abhandlungen enthalten, von denen hier erwähnt sein mögen: *Bohemia and the European crisis* von *Thomas G. Masaryk*. — *The Problem of the Baltic* von *F. J. C. Hearnshaw*. — *Belgium and the problem of the Scheldt* von *Pierre Maes*. — *The importance of Salonica* von *Rubicon*. — *Roumania and the West* von *N. Jorga*. — *New political boundaries in Europe: Alsace-Lorraine* von *Thomas Holdich*. — *The future status of Bohemia* von *Thomas G. Masaryk*. — In Florenz gibt Professor *Sebastiano Orino* ebenfalls seit Beginn des Jahres 1917 eine Halbmonatsschrift „*Rivista di Geografica Didattica*“ heraus, die als Ergänzung der *Rivista Geografica Italiana* besonders Kulturgeographie und die verschiedenen Gebiete des geographischen Unterrichts pflegen will. — Die am 1. April 1916 in Casablanca unter dem Vorsitz des Generals *Lyautey* begründete *Société de Géographie du Maroc* gibt ein Bulletin heraus, das hauptsächlich Arbeiten über Marokko veröffentlicht.

es in Zukunft unter keinen Umständen möglich sein könne, wissenschaftliche Beziehungen zu dem Preussischen Geodätischen Institut in Potsdam oder Verkehr mit irgendeinem Vertreter der Zentralmächte zu unterhalten. Der Tod habe Prof. *Helmert*, dessen persönliche Liebenswürdigkeit und wissenschaftliche Autorität in allen Fragen der theoretischen Geodäsie gern anerkannt worden sei, den persönlichen Schmerz erspart, zu sehen, wie unwiderbringlich sein deutsches Vaterland für alle Zukunft die Möglichkeit zerstört habe, wissenschaftliche Beziehungen zu den Ländern der Entente zu pflegen.

O. B.

Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der elfjährigen Klimaperiode lautet das Thema, das *L. Mecking*-Kiel zum Gegenstand einer eingehenden Bearbeitung gemacht hat (*Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie* XXXVI. 1918, S. 1—19). — Die Untersuchungen von *F. G. Hahn*, *Fritz*, *Mielke* und insbesondere von *W. Köppen* über den Einfluß der etwa elfjährigen Sonnenfleckenperiode auf das Klima haben zu dem für die Erde im ganzen gültigen sog. Köppenschen Gesetz geführt: Fleckenmaximum kalt, Fleckenminimum warm. *L. Mecking* sucht nun regionale wie auch jahreszeitliche Verschiedenheiten in der Wirkung der Sonnenfleckenperiode festzustellen und gelangt dabei zu sehr wesentlichen Ergebnissen.

Die Untersuchung dehnt sich auf Nordamerika von 40°—60° N. Br., das westliche Nordeuropa von 40° bis 80° N. Br. und das der europäischen Küste dieser Breiten benachbarte Meer aus. Für das im Herzen Nordamerikas auf 50° N. Br. gelegene Winnipeg ist eine Temperaturreihe aus den Jahren 1872—1913 vorhanden, die schon im Jahresmittel den Einfluß der Sonnenfleckenperiode ganz besonders ausgeprägt zeigt, und zwar im Sinne des Köppenschen Gesetzes. Diese Erscheinung tritt noch markanter bei Übereinanderlagerung der Perioden und Berechnung des Periodenganges der Jahresmitteltemperatur hervor.

Periodengang der Jahrestemperatur von Winnipeg und Spätwintertemperatur von London.

Normalperiode der Flecken	} Min.	Max.											Min.	Perioden- effekt
		Jahr:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11
Winnipeg (Jahr)		<u>2₆⁰</u>	1 ₆ ⁰	0 ₈ ⁰	0 ₄ ⁰	0 ₁ ⁰	<u>0₆⁰</u>	0 ₂ ⁰	0 ₄ ⁰	0 ₃ ⁰	0 ₆ ⁰	1 ₆ ⁰	2 ₆ ⁰	2 ₆ ⁰
London (Febr.-März)		4 ₇ ⁰	<u>4₆⁰</u>	4 ₆ ⁰	5 ₃ ⁰	5 ₈ ⁰	<u>5₈⁰</u>	5 ₈ ⁰	5 ₄ ⁰	4 ₈ ⁰	4 ₆ ⁰	4 ₇ ⁰	4 ₇ ⁰	—1 ₃ ⁰

Die Zukunft der internationalen Erdmessung. Die Kommission für die Internationale Erdmessung hat kürzlich drei Mitglieder durch den Tod verloren, nämlich ihren Präsidenten General *Bassot*, ihren Vizepräsidenten Dr. *Backlund* und den Direktor ihres Zentralbureaus Prof. *Helmert*, so daß Prof. *H. G. v. de Sante Bakhuyzen* als einziges Mitglied des Komitees die Geschäfte weiter geführt hat. In der Juli-nummer 1917 der Zeitschrift *Observatory* hat dieser Gelehrte der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß möglichst bald nach Beendigung des Krieges eine Versammlung der Delegierten aller Staaten stattfinden möge, die sich bisher an diesem großen Kulturwerk beteiligt hätten, um dessen Fortsetzung sicherzustellen. Diese Auffassung findet eine scharfe Zurückweisung in dem Organ der Royal Geographical Society zu London, das sich zum Sprachrohr aller Geodäten der Entente aufwirft. Ein solcher Versuch müsse fehlschlagen, weil

Die Schwankung der ausgeglichenen Reihe im Verlaufe der Sonnenfleckenperiode beträgt 2₆⁰! Die Größe dieser Schwankung oder des Periodeneffektes, wie *Mecking* die Differenz zwischen den Temperaturmitteln der jeweils betrachteten Zeiträume der Fleckenmaximum- und der -minimumepoche nennt, zeigt einen ausgeprägten jahreszeitlichen Gang. Ist der Periodeneffekt im Juli—September nur 0₂⁰, so werden in den beiden Monaten Dezember—Januar aber 3₁⁰ erreicht, für den Dezember allein ist 10₄⁰ (!) das Mittel. Dies ist ein außerordentlich hoher Wert, er wird in Einzeljahren noch weit übertroffen; z. B. war die Dezembertemperatur im Fleckenmaximaljahr 1871 — 21₆⁰, im folgenden Fleckenminimaljahr 1877 — 4₂⁰. Die Differenz betrug 17₄⁰! Es unterliegt demnach in Winnipeg besonders die Wintertemperatur dem Einfluß der Sonnenfleckenperiode in überraschend ausgeprägter Weise. Die Ausdehnung der Untersuchung auf St.

Louis, Edmonton (etwa 1500 km westlich von Winnipeg), Quebec, Montreal und die Orte Nain und Hebron an der Labradorküste ergab bei allen Orten mit Deutlichkeit den gleichen Sinn der Wirkung auf die Temperaturmittel sowohl der Jahre wie der Jahreszeiten; es handelt sich also um eine für das nordamerikanische Festland charakteristische Erscheinung. Bemerkenswert ist dabei, daß der Periodeneffekt mit wachsender Breite zunimmt.

Auf der europäischen Seite des nordatlantischen Ozeans gibt es für London eine lange Temperaturreihe von 1765—1907, in der die elfjährige Temperaturperiode wohl deutlich vorhanden ist, aber in weit geringerer Ausprägung, auch das für die amerikanische Seite festgestellte stärkere Hervortreten der Periode im Winter gilt für London, scheint aber vom Hochwinter auf den Spätwinter oder Vorfrühling verschoben zu sein. Der auffällige charakteristische Gegensatz zu Nordamerika aber ist, daß die Temperaturschwankungen den entgegengesetzten Sinn haben, also entgegen dem für die Gesamtzonen gültigen Köppenschen Gesetz den Sonnenfleckenmaximalzeiten warme, den Minimalepochen kalte Jahre entsprechen. Dies tritt am schärfsten bei Vergleich des für die Mitteltemperatur von Februar—März berechneten Periodenganges mit der erwähnten Reihe für Winnipeg hervor. Während in London im Februar—März die Temperatur vom Fleckenminimum zum -maximum von $4,5^{\circ}$ auf $5,8^{\circ}$ steigt, nimmt das Jahresmittel in Winnipeg von $2,6^{\circ}$ auf $0,0^{\circ}$ ab (vergl. umstehende Tabelle).

Für die Entstehungsmöglichkeit dieser gegensätzlichen Wirkung der Sonnenfleckenperiode auf die Ost- und Westseite des nordatlantischen Ozeans und des jahreszeitlichen Unterschiedes gibt Mecking eine sehr ansprechende Erklärung. Es sei vorausgesetzt, daß parallel mit dem Sonnenfleckenmaximum die bis an die Erdoberfläche gelangende Strahlenmenge ein Minimum erreiche und umgekehrt, so muß zur Zeit eines Fleckenmaximums entsprechend dem Köppenschen Gesetz die Temperatur der Gesamterde sich erniedrigen, und es müssen alle Jahreszeiten eine Neigung zur Annäherung an den Winterzustand bzw. einer schärferen Herausprägung der winterlichen Verhältnisse zeigen. Der Gegensatz zwischen dem Luftdruckminimum bei Island und den umgebenden Gebieten hohen Luftdrucks wird sich dementsprechend verschärfen. Die unmittelbare Folge ist, daß einerseits in Nordamerika in verstärktem Maße kalte Luft aus Nord und Nordwest angezogen, andererseits aber das nordatlantische Wind- und Stromsystem angeregt wird. Dadurch tritt an der atlantischen Seite Europas sowohl auf dem Meere, wie auf dem Lande statt Abkühlung, wie es der für die Erde im ganzen geltenden Regel entsprechen würde, Erwärmung ein. Es ist danach ebenfalls verständlich, daß die Wirkung der Sonnenfleckenperiode auf amerikanischer Seite verhältnismäßig exzessiv, auf europäischer Seite in gemäßigter Form auftritt. In Amerika zeigt sich die Wärmewirkung unmittelbarer, und zwar als Folge des Lufttransportes aus nördlicheren kontinentalen Gebieten und auch wohl von vermehrter Ausstrahlung. In Europa aber dient das Meer als Vermittler, indem durch Anregung der Golfstromzirkulation die Europa benachbarten atlantischen Gewässer höhere Temperaturen aufweisen und damit auch die

vom Meer dem Lande zuströmende Luft. Ebenso wird verständlich, daß dieser Gegensatz besonders im Winter ausgebildet ist. Die winterliche Luftdruckverteilung in der Umrahmung des Nordatlantik ist so ausgeprägt, daß sie stärkere Schwankungen verträgt, ohne ihren Charakter zu ändern, was in den übrigen Jahreszeiten in weit geringerem Maße der Fall ist.

Die Ausdehnung der Rechnung auf Stationen der Orkney-Inseln, in Norwegen, Schweden, Spitzbergen ergab Übereinstimmung mit den für London gewonnenen Ergebnissen. Die schwedischen Stationen lassen außerdem ein Anwachsen der Schwankungsgröße von Süden nach Norden erkennen. Auch für Finnland hat sich nachweisen lassen, daß mit der Sonnenfleckenperiode Temperaturschwankungen parallel gehen, und zwar auch in dem Sinne, daß Fleckenreichtum mit Wärme verbunden ist.

Eine der wesentlichsten Voraussetzungen für die Richtigkeit der angeführten Erklärung ist, daß die Temperatur des nordöstlichen Atlantik in gleichem Sinne schwankt wie die Lufttemperatur Westeuropas. Das zur Verfügung stehende Material ist naturgemäß sehr lückenhaft, doch ist es durch Ausnutzung aller in der Literatur verstreuten Angaben gelungen, eine gleichsinnige Schwankung in der Temperatur der Meeresoberfläche mit Sicherheit nachzuweisen. Von J. Petersen und Liepe sind aus dem handschriftlichen Material der Deutschen Seewarte für eine Anzahl Stationen des nordatlantischen Ozeans die mittleren monatlichen Wassertemperaturen für einen 20-jährigen Zeitraum ermittelt worden. Aus diesen Werten ergibt sich, daß die Wassertemperaturen am Eingang des Englischen Kanals und der Biscaya-See der Sonnenfleckenperiode unterliegen, und zwar sowohl im Sommer wie ganz besonders im Spätwinter (Februar bis April). Die mittlere Schwankungsgröße ist dann $0,5^{\circ}$. Gar nicht tritt die Periode im Frühwinter (Oktober bis Dezember) hervor. Bei Hornsørriff und auch bei Thorshavn auf den Faröer treten die gleichen Erscheinungen auf, ebenfalls an der norwegischen Küste von 60° — 70° N. Br., und zwar wächst hier die Schwankungsgröße mit zunehmender Breite, wie es für die Lufttemperatur Schwedens bereits erwähnt ist. Der Periodeneffekt für die Jahresmittel der Wassertemperaturen der norwegischen Küstenstationen beträgt in 60° N. Br. $0,3^{\circ}$, in 63° N. Br. $0,6^{\circ}$ und in 69° N. Br. $0,7^{\circ}$. Zahlreiche aus der Literatur zusammengesuchte Einzelbeobachtungen aus der Gegend der Bäreninsel und Spitzbergens passen gut zu den geschilderten Temperaturschwankungen, ebenso die Tatsache, daß die Eisgrenze im Barents-Meer in den Zeiten vermehrter Sonnenflecken nördlicher verläuft als in fleckenarmen Jahren, und zwar im Juni durchschnittlich um $1\frac{1}{2}^{\circ}$, im Juli um 1° .

Zu den zahlreichen klimatischen Gegensätzen zwischen Ost und West des nordatlantischen Ozeans nördlich 40° N. Br. hat sich hier demnach ein neuer gesellt. Gehen wir einem Sonnenfleckenmaximum entgegen, so hat Amerika mit kälteren, Westeuropa aber mit wärmeren Zeiten zu rechnen; dies ist eine mit so großer Regelmäßigkeit auftretende Erscheinung, daß Mecking dafür den anschaulichen Ausdruck „nordatlantische Wärmeschaukel“ geprägt hat.

Bruno Schulz.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 32.

9. August 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Frage nach dem Wassergehalt des vulkanischen Magmas. Von *Prof. Dr. Karl Sapper, Straßburg i. E.* S. 469.

Submikroskopische Experimentalphysik. (Bericht über die Ehrenhaftschen Arbeiten.) Von *Dr. D. Konstantinowsky, Wien.* (Fortsetzung.) S. 473.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der

Biologie: Vererbungsstudien an Mäusen. Eine Ursache der Zellteilung. Eine Ursache der Gastrulation. Internationale Meeresforschung. Einfluß von Kontaktreizen und mechanischem Reiben auf Wachstum und Turgeszenzzustand von Keimstengeln. Phototaktische Richtungsbe-
wegungen. Verwertung der Pilze. S. 477—480.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Raum — Zeit — Materie

Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie

Von **Hermann Weyl**

Preis M. 14.—

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von **Erwin Freundlich**

Mit einem Vorwort von **Albert Einstein**

Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage — Preis M. 3.60

*Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von **Moritz Schlick**

Preis M. 2.40

*Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher: auf geheftete 20%, auf gebundene 30%

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Pottzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.

Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

9. August 1918.

Heft 32.

Die Frage nach dem Wassergehalt des vulkanischen Magmas.

Von Prof. Dr. Karl Sapper, Straßburg i. E.,
o. Professor der Geographie an der Universität.

In den Diskussionen über die Probleme des Vulkanismus hat in den letzten Jahrzehnten die Frage nach der Rolle, z. T. auch nach dem Vorhandensein des Wasserdampfs unter den vulkanischen Gasen einen großen Raum eingenommen. Es mag daher von Interesse sein, einmal ein Bild von den verschiedenen Versuchen zu geben, die jene Frage der Lösung näher zu bringen trachten, und den gegenwärtigen Stand der Erörterungen anzudeuten, wobei freilich auf die älteren Ideen und Auffassungen nicht eingegangen werden soll.

In der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts war die überwiegende Mehrzahl der Vulkanologen sich darin einig, daß Wasserdampf in den vulkanischen Aushauchungen in großen Mengen vorhanden sei; man braucht sich darüber nicht zu wundern, da in den vorangegangenen Jahrzehnten des Kampfs um die Frage des Erhebungskraters beide Parteien in der Annahme bedeutsamer Beteiligung des Wasserdampfs an vulkanischen Ausbrüchen einig waren, so Alexander v. Humboldt¹⁾ und vor allem George Poulett Scrope²⁾. Das Schlimme an allen Spekulationen über den Wasserdampf im Magma und sein Erscheinen in der explosiven Ausbruchswolke beruht darin, daß es bisher nicht geglückt ist, Apparate herzustellen, die ein unmittelbares Auffangen der vulkanischen Gase im Augenblick der Explosionen selbst gestatten würden; infolgedessen hat man keine festen Beweise für die Anwesenheit oder Nichtanwesenheit des Wasserdampfs in den Gasen explosiver Ausbrüche in Händen, vielmehr bleibt man mehr oder weniger auf Vermutungen und Augenschein angewiesen, während man bei den vergleichsweise ruhigen Lavamassen einiger „Feuerseen“ oder einzelner Lavaströme unter günstigen Umständen tatsächlich in die Lage kommen kann, frische Lava oder deren Aushauchungen vor deren Vermischung mit der atmosphärischen Luft aufzusammeln, wovon später noch die Rede sein wird. Es ist offenbar, daß ruhige Lavaseen, wie sie uns am häufigsten im Krater des Kilauea auf Hawaii entgegen-treten, sehr viel weniger Gase von sich geben, als explosivtätiges Magma, wie es in den Stratovulkanen vorhanden zu sein pflegt. Zudem erfolgt

ihre Aushauchung meist ruhig und still, so daß auch die Beobachtung wesentlich erleichtert ist. Es ist darum bis zu einem gewissen Grad verständlich, daß der erste energische Widersacher der Vertreter der Wasserdampftheorie unter den Vulkanologen ein Mann war, der den Kilauea lange mit großer Sorgfalt beobachtet hat: *Lowthian Green*³⁾. Er wies, wie *Immanuel Friedländer*²⁾ hervorhebt, auf die anscheinend geringe Rolle hin, die Wasserdampf und andere Gase bei den Hawaiischen Vulkanen spielen, und sprach die Vermutung aus, daß das Wasser ausschließlich atmosphärischen Ursprungs sein könnte.

Aber *Greens* Stimme verhallte ungehört, und die Ansicht, daß Wasserdampf nicht nur in großen Mengen im Magma enthalten sei, sondern sogar die treibende Kraft der Vulkanbrüche darstelle, blieb die herrschende. Sagte doch *Eduard Süß* in seinem berühmt gewordenen Vortrag „Über heiße Quellen“⁴⁾ geradezu: „Seit langem ist es anerkannt, daß bei diesen (vulkanischen) Vorgängen dem Wasserdampf die Hauptrolle zufällt“ und *Hippolyt Haas*⁵⁾ meint sogar: „Das Vorhandensein von Wasser resp. von den das Wasser bildenden Elementen im Magma und im Vulkanschlot ist eine unumstößliche Tatsache.“

Mit einer derartigen Auffassung, wie sie auch anderwärts vielfach hervortrat, konnte sich *Alphons Stübel*⁶⁾ nicht befreunden. Wohl erkannte er den überaus großen Gasgehalt des Magmas als einen sehr wichtigen Faktor bei der Entstehung explosiver vulkanischer Ausbrüche an und hob die Fähigkeit plötzlichen Aufschäumens im Fall von Druckentlastung hervor; aber über die Natur der bei diesem Aufschäumen beteiligten Gase sprach sich *Stübel* vorsichtigerweise nicht aus, ließ es also im Zweifel, ob Wasserdampf überhaupt beteiligt sei. Außerdem war ihm der Gasgehalt nur der zweite unter den Faktoren, die Ausbrüche hervorbringen sollten; als ersten und wichtigsten betrachtete er die Phase molekularer Volumenvergrößerung des Magmas, die er im Verlauf des Erkaltungsprozesses annehmen zu dürfen glaubte, und die in der Tat, wenn sie existierte, mit einer ungeheuren Kraftäußerung verbunden sein konnte; nach *Stübels* Ansicht müßte das glutflüssige Magma selbst als Trägerin

¹⁾ Vestiges of the molten Globe. Part II, Honolulu 1877.

²⁾ Zeitschrift für Vulkanologie. Bd. III, S. 9.

³⁾ Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 74. Versammlung zu Karlsbad 1902. Leipzig 1903, S. 136.

⁴⁾ Der Vulkan. Berlin 1903, S. 150.

⁵⁾ Ein Wort über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. Leipzig 1901, S. 17.

¹⁾ Kosmos, Stuttgart und Tübingen 1845, I. S. 253 u. a.

²⁾ Considerations on Volcanoes. London 1825, 2. Auflage 1862, deutsch von v. Klöden, Berlin 1872.

der vulkanischen Kraft angesehen werden. *Stübel* wurde durch diese Ansicht ein entschiedener Gegner der *Ed. Süß*'s, die in dem Auftreten der Vulkane eine Begleiterscheinung der Gebirgsbildung sieht. Ein weiterer Gegner derselben war *W. Branco (Branca)*, der in einer epochemachenden Untersuchung¹⁾ den Nachweis führte, daß — wenigstens unter bestimmten Umständen — vulkanische Explosionen für sich allein imstande sein können, die äußersten Erdkrustenteile zu durchschlagen, ohne daß tektonische Begünstigungen vorliegen müßten. Dieser Schluß wurde nicht nur durch die Beobachtungen *A. Geikies* in Großbritannien und *Bückings* in der Röhn kräftig gestützt, sondern vor allem auch durch *A. Daubrée*'s höchst interessante Experimente²⁾ über die gewaltige Durchschlagskraft hochgespannter Gase. Aber gleich *Stübel* hat auch *Branca* über die Natur der in Betracht kommenden Gase keine genaueren Angaben gemacht, so daß wir also an dieser Stelle keinen Grund haben, näher auf seine Theorie einzugehen. Andererseits hat aber *Svante Arrhenius*³⁾ ausdrücklich dem Wasserdampf eine Hauptrolle in seiner Theorie des Vulkanismus angewiesen; er hat aber durch moderne, physikalisch-chemische Erklärungen den Mechanismus der vulkanischen Vorgänge in durchaus neuartiger Weise zu deuten versucht. Wohl geht er noch von der Anschauung aus, daß Spaltenbildung in der Erdkruste Druckentlastung und damit für das Magma die Möglichkeit des Aufsteigens schaffe, aber er weist daneben auch dem Gas-, vor allem dem Wasserdampfgehalt desselben eine wichtige Rolle zu. Gleich *Reyer*⁴⁾ nimmt er an, daß das Wasser, vom Meere kommend, nur in Gasform zum Magma gelangen könne (das er in zusammenhängender Kugelschale unter der festen Erdrinde vermutet). Neu ist aber seine Begründung der Wirksamkeit des Wassers. *Arrhenius* sagt, daß Wasser bei gewöhnlicher Temperatur eine sehr schwache Säure oder Base darstelle, bei hohen Temperaturen aber zu einer starken Säure werde: bei 300° ist es schon 80, bei 2000 etwa 300 Mal stärker als Kieselsäure. Wenn also Wasserdampf zu zähflüssigem Magma hinzutritt, so treibt es die Kieselsäure unter Schaffung freier Basen aus und macht das Magma leichtflüssiger; die freien Basen aber gehen durch Beimischung unveränderten Magmas in saure und basische Silikate über. Neues Wasser tritt hinzu und die vorher erwähnten Vorgänge wiederholen sich. Etwas Wasser bleibt im Magma frei, hat aber wegen starker Verdünnung nur sehr niedrigen Dampf-

druck. *Arrhenius* nimmt nun an, daß Wasser so lange aufgenommen werden könne, bis der Dampfdruck gleich würde dem Druck der überlastenden Wassersäule von der Meeresoberfläche ab. Durch die Wasseraufnahme nimmt das Magma an Volumen zu; es steigt nunmehr im Schlot auf und kühlt sich dabei ab; dadurch wird das Wasser wieder eine schwächere Säure und schließlich wird es von der Kieselsäure wieder aus seinen Verbindungen ausgetrieben; es explodiert nun, sobald die wasserhaltigen Lagen unter hinreichend geringen Druck gelangen. Ein Vulkan verhielte sich demnach wie ein Geyser, sofern sein Schlot eng und darum die Abkühlung des Magmas beträchtlich ist; ist der Vulkanschlot aber weit, die Abkühlung also gering, so fehlen gewaltsame Explosionen, und es tritt nur ein ziemlich ruhiges Spratzen durch entweichenden Wasserdampf auf, wie im Lavasee des Kilauea; das Ausfließen der Lava erfolgt ruhig. Veraltet ist an dieser Theorie nicht nur die Annahme von Spalten als Wasserwegen zur Tiefe, sondern auch die einer Abhängigkeit der vulkanischen Tätigkeit von zudringendem Meerwasser, denn wie schon *A. v. Humboldt*⁵⁾ angedeutet hat, könnte eindringendes süßes Meteorwasser dieselben Dienste tun, wie Meerwasser. Im Gegensatz zu *Arrhenius* nehmen andere an, daß der Gas- (und damit direkt oder indirekt auch der Wasser-) Gehalt des Magmas ein ursprünglicher Bestandteil desselben sei, so *G. Tschermak*⁶⁾, *Ed. Süß*⁷⁾, *C. Dölter*⁸⁾ oder *R. T. Hill*⁹⁾, während wieder andere den in vulkanischen Ausbrüchen zu Tage tretenden Wasserdampf aus der Gebirgsfeuchtigkeit der vom Magma berührten und dadurch erhitzten Gesteinsmassen der äußeren Erdkruste (also im letzten Grunde wieder aus altem, vadosen Wasser) herleiten möchten, so *I. C. Russel*¹⁰⁾ oder *Elihu Thompson*¹¹⁾. *H. J. Johnston-Lavis* dagegen nahm eine vermittelnde Stellung ein¹²⁾: er meinte, daß im Magma von der Urzeit her wohl nur wenig Gasgehalt aufgespeichert wäre, daß dasselbe aber beim Aufsteigen zur Erdoberfläche im Lauf langer Zeiträume von den wasserhaltigen Gesteinen der Erdkruste sehr viel Wasserdampf aufgenommen habe.

Ganz neue Wege ging *Armand Gautier*, der zwar die Aushauchung von CO_2 und H_2 wenigstens zum Teil als kontinuierliches geologisches Phänomen¹³⁾, als Entgasungsvorgang, auffaßt, im

¹⁾ Kosmos I, S. 253.

²⁾ Über den Vulkanismus als kosmische Erscheinung. Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss., Math.-nat. Kl. Bd. 75. Wien 1877, S. 153 u. 163.

³⁾ A. a. O. und Antlitz der Erde, III, 2 S. 663.

⁴⁾ Zur Physik des Vulkanismus. Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss., Math.-nat. Kl. Bd. 102. Wien 1903, S. 681 ff.

⁵⁾ Bull. Geol. Soc. of America. XVI, 1905. S. 243 ff.

⁶⁾ Volcanos of Northamerica. New York 1897. Kap. 7 Theoretical.

⁷⁾ Science XXIV, 1906, 16. Aug. S. 161 ff.

⁸⁾ Geol. Magazine, New Series, Dec. V. Vol. VI, S. 433—442.

⁹⁾ Comptes rendus de l'Acad. Sciences Paris 142, S. 1382.

¹⁾ Schwabens 125 Vulkanembryonen (Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde). Stuttgart 1894.

²⁾ Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures (Bull. Soc. géol. de France 1891, S. 313 ff.).

³⁾ Zur Physik des Vulkanismus. Geologiska Föreningens in Stockholm Föreläsningar. Bd. 22, S. 395 ff. Stockholm 1900.

⁴⁾ Theoretische Geologie. Wien 1888.

übrigen aber auf Grund wichtiger Experimente¹⁾ die vulkanischen Gase, einschließlich des Wasserdampfes, aus alten Gesteinen herleiten wollte, die durch mechanische Wärmezeugung (infolge innerer Einstürze) oder durch Zutritt glutflüssigen Magmas (infolge seitlicher Pressung) erhitzt worden wären²⁾. *Gautier* hatte festgestellt, daß bei 100° Mineralsäuren, bei 300° auch reines Wasser - aus Granit und anderen Eruptivgesteinen erhebliche Mengen von Gasen, darunter auch viel Wasserstoff, freimachen. Beim Erhitzen zur Rotglut im luftleeren Raum gaben 1000 g Granit, pulverisiert und bei 250—300° getrocknet, im Durchschnitt 3162 cbcm Wasserstoff und mäßige bis geringe Mengen von CO₂, CO, CH₄, N und H₂S; ähnliche Ergebnisse wurden beim Erhitzen von Porphy, Ophit und Lherzolit gewonnen. Außer diesen Gasen wurde bei Erhitzen von Eruptivgesteinen auf 500—600° auch das Konstitutionswasser frei und bei 1000° gab 1 l Granit etwa 20 l verschiedene Gase und 89 l Wasserdampf ab; erstere Gase waren den Fumarolenprodukten sehr ähnlich, die *Fouqué* von Santorin 1866 und *Moissan* vom Mont Pelé 1902³⁾ untersucht hatten. Nach *Gautier* ist der in den vulkanischen Gasen enthaltene Wasserdampf als das frei werdende Konstitutionswasser fremder Gesteine aufzufassen; das Magma würde höchstens die Rolle eines Heizmittels spielen, soweit nicht mechanische Wärmeentwicklung dafür einträte.

Während eine weitverbreitete Meinung das Magma, *Gautier* dagegen alte Gesteine als Mutter der vulkanischen Gase ansah, hält *Albert Brun*⁴⁾ dafür junge Eruptivgesteine, die bei Erhitzung ihre Gase von sich geben. Er kam auf Grund zahlreicher Laboratoriumsversuche zu der Überzeugung, daß Wasserdampf unter den vulkanischen Gasen überhaupt fehle. Die ersten Zweifel an der Rolle des Wasserdampfes im Rahmen der vulkanischen Erscheinungen waren *Brun* gekommen, als er zusammen mit *A. Jaquerod* Obsidian von Lipari im luftleeren Raum erhitzte und feststellte, daß das Gas, das Obsidian zu Bimstein aufblähte, nicht Wasserdampf, sondern in der Hauptsache Salzsäure war. Indem er nun annahm, daß die Gase, die bei Erhitzung junger Eruptivgesteine entweichen, mit denjenigen übereinstimmen, die bei vulkanischen Paroxysmen ausgehaucht werden, und daß auch die Temperaturen in beiden Fällen die gleichen seien, glaubt er nicht nur die Explosionstemperaturen, sondern auch die Gase vulkanischer Ausbrüche im Laboratorium nachträglich feststellen zu können. Daß die hierbei ge-

fundenen Gase stark von denen verschieden sind, die man am Mont Pelé und auf Santorin gefunden hatte, und auch nicht vereinbar sind mit den Erfahrungen *F. A. Perrets*¹⁾, der die vulkanischen Paroxysmalaushauchungen für atembar erklärte, störte *Brun* nicht. Unter den im Laboratorium freigemachten vulkanischen Gasen fand sich Wasserdampf nicht, aber *Brun* prüfte auch in der Natur an zahlreichen tätigen Vulkanen nach, ob seine Ansicht vom Fehlen des Wasserdampfes in den Ausbrüchen begründet sei: Am Vesuv stellte er im April 1906 fest, daß am Kraterand keine feuchten Fumarolen vorhanden waren und daß die Aschen in der Nähe völlig trocken fielen; den bei Resina gefallenen Schlammregen erklärte er als örtliche Erscheinung, hervorgerufen durch Abschirmung der Sonnenstrahlen. Die frisch gefallene Asche war weiß und nicht oxydiert (während Wasserdampf die Ferroverbindungen hätte in dunkle Ferriverbindungen überführen müssen); die Chlorverbindungen der Aschen waren unzerlegt und trocken. Am Kilauea (Hawaii) stellte er fest, daß die Dämpfe des Lavasees feuchtigkeitsärmer waren als die freie Atmosphäre; sein Schatten, von der Sonne auf die Dämpfe geworfen, wies keinen farbigen Ring auf, wie bei den feuchten Fumarolendämpfen der Nachbarschaft. Auf Java fand er am Bromo, daß die aschenfördernden Auswürfe nicht genug Wasserdampf enthielten, um die relative Feuchtigkeit der Gase im Innern der Auswurfsmassen erkennbar zu erhöhen; am Semeroe stellte er fest, daß am tätigen Mundloch keinerlei Kondensation von Wasser stattfand und die Aschen trocken fielen. — Untersuchungen auf den kanarischen Inseln (Pico de Teyde und Timanfaya) gaben ihm die Überzeugung, daß das Wasser der Vulkane nur ein „Epiphänomen“ sei: das Gegenteil der bisherigen Annahmen!

Die Frage ist aber, ob man die Schlußfolgerungen *Bruns* als richtig anerkennen darf, wie es *K. Schneider*²⁾ tut und *F. v. Wolff*³⁾ zu tun geneigt war. *W. Prinz*⁴⁾ hat freilich angesichts der Vesuvausbrüche von 1906 die Wahrscheinlichkeit starken Wasserdampfgehalts energisch bestritten, aber im Hinblick derselben Erscheinungen hat *O. Jaekel*⁵⁾ geradezu die Wasserdampfexplosion als die wesentlichste Kraftäußerung tätiger Vulkane erklärt. Und während *A. Lacroix*⁶⁾ in den Glutwolken des Mont Pelé viel Wasserdampf vermutete, konnte ich am gleichen Vulkan gelegentlich des Ausbruchs vom 26. März 1903 keinerlei klare Anzeichen davon bemerken.

¹⁾ Americ. Journal of Science, XXXIV, S. 146.

²⁾ Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. Berlin 1911, S. 39.

³⁾ Der Vulkanismus I. Stuttgart 1913, S. 86 ff. Später (S. 567 u. 700) änderte er freilich seine Ansicht.

⁴⁾ L'éruption du Vésuve d'avril 1906. „Ciel et terre“, Bruxelles 1906.

⁵⁾ Bilder von der letzten Eruption des Vesuv. Naturwiss. Wochenschr. 1906.

⁶⁾ La Montagne Pelée et éruptions. Paris 1905, S. 200, 647.

¹⁾ Ebenda 131, S. 647, 965, 1276, 132, S. 58, 189, 740, 932, 136, S. 16 u. a.

²⁾ Théorie des Volcans. Bull. Soc. Belge de Géologie XVII, 1903, S. 555 ff.

³⁾ Comptes rendus Ac. Science 132, S. 60.

⁴⁾ Zahlreiche Aufsätze in den Archives des Sciences physiques et naturelles, Genève 1901—1910; Zusammenfassung in: Recherches sur l'exhalaison volcanique, Genève et Paris 1911.

der erwähnten Größe errechnen lassen. Man wird daher die die Physik seit einigen Jahren in Spannung haltende Frage wohl am klarsten so stellen dürfen:

Welcher Art sind die Experimente, deren Deutung zu einem Elektrizitätsquant der Größenordnung von $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. geführt haben und wie verhalten sie sich zu den Ehrenhaftschen?

Eine Reihe von Versuchen, welche in der Absicht unternommen wurden, die Größe des elektrischen Elementarquantums festzustellen, hat Herr Geheimrat Prof. W. König in seinem Aufsatz: Der Streit um das Elektron¹⁾ in erschöpfender Form besprochen. Wir wollen daher auf diese Versuche nur so weit zurückkommen, als es zum Verständnis der vorliegenden Frage notwendig erscheint.

§ 20. *Versuche zur Bestimmung des Elektrons aus elektrischen Ladungen.* — Die ältesten unter ihnen befassen sich mit Ladungen, welche eine durch plötzliches Kondensieren von Wasserdampf erhaltene und aus sehr vielen, etwa 10^{-4} cm großen Wassertröpfchen bestehende *Nebelwolke* aus dem umgebenden Gase einfängt. Da man von diesen Versuchen den Nachweis dafür erwartete, daß die kleinsten Ladungen im Gase mit jenen identisch sein werden, die man aus der Zerlegung von Flüssigkeiten durch den elektrischen Strom errechnen konnte, erfreuten sie sich begreiflicherweise einer ganz besonderen Bedeutung, ja man glaubte in ihnen gleichsam eine Art *experimentum crucis* über die Existenz oder Nichtexistenz des Elektrons erblicken zu können.

Mit dem Ehrenhaftschen Experimente verglichen, fallen zunächst zwei wesentliche Nachteile der *Nebelmethode* auf.

Zunächst ist der Ehrenhaftsche Probekörper 50—100 mal kleiner und daher der interessierenden molekularen Größenordnung ebensovielmal verwandter als der Wassertropfen der Wolke.

Der zweite Nachteil der Nebelmethode lag in den Voraussetzungen über die Gleichheit von Größe und Ladung der Tröpfchen, die tatsächlich nicht erfüllt sind, so daß die errechneten Zahlen bloß *Durchschnittsladungen* entsprechen würden.

Zudem stellte sich noch wider Erwarten heraus, daß für eine atomistische Deutung eigentlich jede neue Versuchsreihe mit bereits bekannten in Widerspruch kam. Die errechneten mittleren Ladungen (z. B. einmal $6,5 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., ein andermal $3,1 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., dann wieder $4,6 \cdot 10^{-10}$ e. st. E.) führten nämlich stets zu anderen Werten für die Elektronenladung, wobei jeder neu gefundene Wert mit bereits bekannten unvereinbar war.

Bald nachdem die Ehrenhaftschen Experimente bekannt wurden, verließ man die Nebelmethode und ging zur hypothesenfreieren Ehrenhaftschen Methode der Bestimmung von *Einzelladungen* über. Heute können die Resultate der Nebel-

methoden eher als Argument gegen das Elektron, zumindest aber nicht als Argument für dasselbe angesehen werden.

Der experimentelle Befund bei allen daraufhin unternommenen *Ladungsbestimmungen an Einzelteilchen* war bis auf eine, von der noch die Rede sein wird, offensichtlich der gleiche wie bei *Ehrenhaft*; qualitative Unterschiede in den Resultaten können auf die ungleiche Genauigkeit der Beobachtung und die verschiedene Größe der beobachteten Probekörper usw. zurückgeführt werden. Wenn nun trotzdem eine größere Zahl der Beobachter ihre Ergebnisse nicht im Widerspruch mit dem vermuteten Elektron zu sehen glaubte, so geht das darauf zurück, daß sie zur Deutung der Experimente zu Annahmen griffen, die sich mit einer strengen Überprüfung der Frage, ob die Elektrizität atomistisch konstituiert ist, nicht vertragen. Die folgenden Ausführungen sollen einige der am häufigsten vorkommenden Irrtümer an typischen Beispielen zeigen.

So erblickte ein Beobachter in der von ihm gemessenen Ladung $e = 7,6 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. zwei, in derjenigen von $e = 5,6 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. ein Elementarquantum. Für den Unbefangenen ist die Differenz der beiden Ladungen, $2,0 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., als die Hälfte des als unteilbar vermuteten Quantes mit der Elektronenvorstellung unvereinbar. Ein anderer Autor will sogar in der Ladung von $11,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. nur zwei und in der von $11,8 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. (Differenz $0,1 \cdot 10^{-10}$ e. st. E.) schon 3 Elektronen sehen! Solche Widersprüche werden durch die sorgsam ordnende Hand des Deuters geglättet, indem (für die erwartete Elektronenladung) zu kleine und zu große Ladungen zu einem *Mittelwerte* passend zusammengefaßt werden, so daß es eigentlich nur mehr von der Zufälligkeit der experimentellen Resultate und der Geschicklichkeit des Rechners abhängt, wie weit jedes beliebige „Elektron“ durch den schließlichen Mittelwert „bestätigt“ werden kann. Es hieße wohl den obersten Grundsatz naturwissenschaftlichen Forschens, den der Objektivität, verleugnen, wollte man in einer solchen „Bestimmungsmethode“ mehr als ein Rechenexempel erblicken.

Andere Autoren suchen derartige Widersprüche dadurch zu umgehen, daß sie Beobachtungen, welche mit dem erwarteten Elektronenwerte schwer oder gar nicht in Einklang zu bringen sind, einfach *ausmerzen*. Als Begründung führen sie an, daß die Partikel, an welchen die fraglichen Ladungen gemessen wurden, nicht die der Berechnung zugrunde gelegte Form (Kugelgestalt oder Dichte) besäßen. Da aber keiner dieser Autoren auf Grund eines Kriteriums anzugeben vermag, daß z. B. ein herausgegriffenes Partikel keine Kugelgestalt habe, bleibt es einzig und allein der Willkür des Rechners überlassen, welche der beobachteten Ladungen in das Endresultat einbezogen werden. Daß sich unter solchen Voraussetzungen jede beliebige Elektrizitätsladung als

¹⁾ Diese Zeitschr. 5, 373 u. 497, 1917.

Elektronenladung nachweisen läßt, braucht nicht erst hervorgehoben werden.

Eine andere Art willkürlicher Deutung tritt dort auf, wo Ladungen gemessen werden, die im Verhältnis zum vermuteten Elementarquantum groß sind und wo es sich demnach darum handeln würde, diese Ladungen eventuell als *Vielfache einer Elementarladung* zu erkennen. Wir wollen an einem tatsächlichen Versuchsergebnisse den Gegensatz zwischen der allgemein üblichen Deutungsart und jener *Ehrenhafts* vergleichen.

An einem Probekügelchen werden die beiden Ladungen $e_1 = 48,3 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. und $e_2 = 17,3 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. gefunden. Die übliche Deutung der Messungen würde etwa folgendermaßen gelaute haben: $e_1 = 48,3$ als $n_1 = 10$ -fache und $e_2 = 17,3 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. als $n_2 = 4$ -fache Elektronenladung aufgefaßt, führen zu Werten für diese Ladung, welche mit der bereits bekannten von $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. auf weniger als 3 bzw. 9% übereinstimmen. Die Versuche bestätigen also aufs neue die Existenz eines solchen Elementarquantums.

Anders *Ehrenhaft*; um zu ermitteln, welcher Art die Zusammensetzung der beiden gefundenen Ladungen sein könnte, müssen sie auf der „elektrischen Wage“ (§ 16) eingengt werden. Man findet so für die Verhältnisse der Vielfachheitszahlen $2,743 < \frac{n_1}{n_2} < 2,834$ und für diejenige der ersten Ladung e_1 zu einer gemessenen dritten

$$e_3, 0,456 < \frac{n_1}{n_2} < 0,475.$$

Die kleinstmöglichen ganzen Zahlen, die Mindestvielfachheiten, aus denen die drei Ladungen des Probekügelchens zusammengesetzt gewesen sein müssen, sind $n_1 = 22$, $n_2 = 8$, $n_3 = 17$.

Eine Atomistik der Elektrizität ist demnach nur dann denkbar, wenn das Elektron kleiner oder höchstens gleich der Ladung von $\frac{48,3}{22} = 2,2 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. gesetzt wird. Insbesondere ist ein Elementarquantum mit der Ladung $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. unmöglich. Nunmehr überblickt man auch ganz deutlich den Unterschied der beiden Schlüsse. Der eine besteht darin, daß man die Vielfachheiten der Ladungen nach dem als bereits bekannt vorausgeschickten Elektron *aussucht*, also gewissermaßen das bereits voraussetzt, was dem Versuche erst entnommen werden soll. Die andere gelangt auf vollkommen *objektivem* Wege, der keine andere Voraussetzung als die der Existenz kleinster und gleicher Quanten überhaupt voraussetzt, zu den Mindestvielfachheiten für die Ladungen. Daß von den beiden Schlußweisen nur die zweite eine Naturerkenntnis beinhaltet, ist klar.

Lassen die bis nun erwähnten Gruppen von Versuchen die nötige Präzision im Experimente und Objektivität in der Deutung vermissen, so sind namentlich in Amerika Bestimmungen ausgeführt worden, welche durch die für ihre Resultate angegebene Genauigkeit berechtigtes Erstaunen erregten. Allerdings wurden auch bei ihnen

im Hinblick auf ein vermutetes Elektrizitätsatom Beobachtungen, welche die Ehrenhaftschen Schlüsse bestätigten, ausgemerzt, obwohl außer der Nichtübereinstimmung mit der geltenden Theorie auch hier ein Kriterium hierzu nicht vorlag. Nun sind Erscheinungen, die wir unter dem physikalischen Sammelbegriffe „elektrische Ladungen“ vereinen, in der Natur gewiß weitaus häufiger als wir vermuten, geschweige denn als wir sie der messenden Beobachtung unterziehen können. Alle diese Erscheinungen sollen der Theorie nach das Gemeinsame des Aufbaues aus dem gleichen elektrischen Elementarquantum haben. Was will es daher besagen, wenn selbst ein und derselbe Beobachter trotz der vermuteten Universalität des Elektrons nur dann in seinen Beobachtungen Einklang zu finden vermeint, wenn er diese Erscheinungen an einem ganz bestimmten Materiale (Öl) und in einer ganz bestimmten Größenordnung untersucht?

Wenn zudem durch Wiederholung der Versuche von seiten anderer Autoren sowie durch Berechnungen an den amerikanischen Meßreihen selbst auch an diesem „Standard“-Präparate (Öl) der Ehrenhaftsche Befund wiedergefunden wurde?

Derartige Experimente scheinen daher nicht geeignet, Schlüsse von einer Tragweite zu stützen, wie sie die Universalität eines elektrischen Elementarquantums mit sich bringen würde.

Fassen wir zusammen, so spiegeln alle bis nun zum Vergleiche herangezogenen Experimente, obwohl ihre Daseinsberechtigung im genauen Gegenteil, nämlich in der Festlegung eines bestimmten Wertes für die atomare Elektrizitätsladung gelegen gewesen wäre, den Ehrenhaftschen Befund insofern wieder, als sie bei entsprechend kritischer Betrachtung alle zu dem Ergebnis führen, daß ein Elektrizitätsatom in der vermuteten Größe nicht denkbar ist; so weit das aus den Beobachtungen einzelner nicht mit voller Deutlichkeit hervorgeht, haben verwandte Versuche anderer auch nicht annähernd das Gefundene zu bestätigen vermocht, vielmehr zugunsten *Ehrenhafts* entschieden.

§ 21. *Die Experimente der Elektronentheorie zur Bestimmung der Elektronenladung.* — Was nach dem Erörterten noch in scheinbarem Widerspruch mit den Ehrenhaftschen Experimenten bleibt, ist die Deutung eines großen Komplexes physikalischer Erfahrung, die ihr Entstehen nicht der Absicht, einen bestimmten Elektronenwert sicherzustellen, verdankt, sondern aus welcher die Elektronentheorie geboren und an welcher sie groß wurde.

Wird der Physiker befragt, welche Tatsache unter den vielen als genügendes Argument der Ehrenhaftschen Behauptung gegenüber dienen kann, so ergeht es ihm wie dem Manne, der seinen Söhnen an einem Bündel von Stäben die Macht der Einigkeit zeigen will. Solange er seine Tatsachen durch das — sei es nun künstliche oder in der Natur der Erscheinungen begründete — eini-

gende Band der Elektronenvorstellung zusammenhält, scheinen sie ihm stark und überzeugend genug, um als Beweismittel dem Drucke des Ehrenhaftschens Experimentes gegenüberzutreten. So wie er aber jede einzelne einer Belastungsprobe unterwerfen will, lassen sie ihn im Stiche und er findet kaum eine Handvoll Messungen, die in der Frage über Existenz oder Nichtexistenz eines Elektronenwertes von $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. mit der Kraft der Ehrenhaftschens Argumente auch nur in Konkurrenz gebracht werden könnten.

Der älteste Versuch, derjenige, aus welchem der Gedanke an eine Atomistik der Elektrizität entsprungen war, ist das bekannte *Faradaysche Erfahrungsgesetz der Zerlegung von Flüssigkeiten* durch den elektrischen Strom. Nimmt man an, daß mit jedem an die positive Stromzuführungsplatte getragenen kleinsten Bausteine der Materie (Atome oder Atomgruppe) je nach seiner chemischen Valenz ein oder mehrere kleinste Bausteine der Elektrizität abgeschieden werden, so versteht man leicht, warum mit gleichen Elektrizitätsmengen (Anzahlen von Elektronen) die gleichen oder äquivalenten Mengen irgendeines Stoffes (Anzahlen von Atomen oder Atomgruppen) transportiert werden.

Das Gewicht eines einzelnen oder weniger abgeschiedener Materieatome konnte nun ebenso wenig bestimmt werden, als die Elektrizitätsmenge gemessen werden konnte, welche das einzelne oder wenige Atome mit sich geführt hatten; zur messenden Verfolgung des Einzelvorganges reicht die Genauigkeit unserer Beobachtungsinstrumente nicht aus. Hingegen können wir beispielsweise jene Elektrizitätsmenge (das Faraday) messen, welche bei der Ausscheidung eines Grammatomes die Flüssigkeit passiert hat; da in jedem Grammatom eine zwar ungeheuer große, aber stets gleiche Anzahl von Atomen vorhanden ist (Avogadrosche Hypothese), so kann man leicht die Durchschnittsladung finden, die mit einem Atome gewandert sein mußte, wenn die Anzahl der Atome eines Grammatomes¹⁾ bestimmt wird. Selbstverständlich haften derartigen Rechnungen neben den Unsicherheiten, welche die jeweilige Ermittlung der Atomzahl pro Mol mit sich bringt, alle Zweifel an, die man einer Durchschnittsmessung entgegenbringen muß. Die erhaltenen Angaben beziehen sich eben nur auf die Ladungen, welche von den wandernden Atomen oder Atomgruppen im Mittel getragen werden; über die Größe einer einzelnen Ladung und insbesondere über die Gleichheit der Einzelladungen untereinander, auf welche es hier besonders ankäme, geben sie uns keinen Aufschluß.

Der Zerfall der sogenannten radioaktiven Stoffe ist stets mit einer Emission unsichtbarer Strahlen verbunden, welche z. B. Sidotsche Blende zum Aufleuchten bringen oder die photographische Platte schwärzen. Unter den dabei auftretenden

Arten von Strahlen werden die β -Strahlen von einem elektrischen Felde derart abgelenkt, als wären sie rasch bewegte negativ elektrische Teilchen. Auf die gleiche Weise erwiesen sich die Wirkungen, welche z. B. vom negativen Pole einer Röntgenröhre ausgehen, die sogenannten *Kathodenstrahlen*, als rasch bewegte negative Ladungen.

Die Messung der Größe der Ablenkungen ergibt in beiden Fällen bei bekanntem elektrostatischen und magnetischen Felde die mittlere Geschwindigkeit der bewegten Partikel und den Mittelwert des Verhältnisses ihrer Masse zu der von ihnen getragenen Ladung. Da jedoch Messungen der Masse eines solchen Kathoden- oder β -Strahlteilchens ausstehen, konnte auch keine Bestimmung der von ihnen getragenen Ladung vorgenommen werden. Mit Sicherheit hingegen läßt sich aus den Versuchen schließen, daß die Teilchen im Verhältnis zu ihrer Masse viel höher aufgeladen sein müssen als man dies bei den, den elektrischen Strom in Flüssigkeiten darstellenden gewohnt war. Nahm man daher trotzdem an, daß die bewegten Teilchen die niedrigste nach der Elektronentheorie noch zulässige Ladung, d. h. ein Elektron mit der Ladung um $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. tragen würden, so konnte man im Widerspruche zu allem Hergebrachten ihre Masse auch nicht annähernd mit einer der bekannten Atome oder gar einer Atomgruppe identifizieren: sie mußte vielmehr als etwa der zweitausendste Teil derjenigen des kleinsten Stoffatoms angesehen werden.

Die Erscheinungen am β - und Kathodenstrahl lassen sich demnach zwar durch verschiedene hypothetische Annahmen in das Gesamtbild der Elektronenvorstellung einreihen; einen Beweis für ein Elementarquantum bestimmter Größe ergeben sie ersichtlicher Weise nicht.

Ein dem „negativen Elektrizitätsatom“ ähnlich positiv aufgeladener Körper konnte nicht gefunden werden. So erwiesen sich z. B. Strahlen, welche an der durchlöcherten Anode einer Vakuumröhre auftreten, die sogenannten *Kanalstrahlen*, und eine andere von radioaktiven Substanzen ausgesendete Strahlenart, die sogenannten α -Strahlen, durch die Richtung und Größe ihrer Ablenkbarkeit im elektrostatischen und magnetischen Felde als rasch bewegte positive Ladungen; doch war ihr Ladungszustand im Verhältnis zu ihrer Masse kein derartig hoher, als bei den β - oder Kathodenstrahlen.

Da beim Zerfall von radioaktiven Stoffen gleichzeitig mit der α -Strahlung Helium nachgewiesen werden konnte, nahm Rutherford an, daß in ihnen rasch bewegte positiv geladene Heliumatome beobachtet werden. Wenn man die Versuche in Einklang mit den bis dahin gefundenen Werten für die atomare Elektrizitätsladung bringen wollte, mußte man folgern, daß jedes Heliumatom 2 solcher Elektronen mit sich führe. Diese Folgerung konnte inzwischen experimentell bestätigt werden, so daß vielfach die α -Strahlen-Mes-

¹⁾ Loschmidtsche Zahl mal Atomgewicht.

sungen als Stütze für den gegenwärtig vermuteten Elektronenwert angesehen werden. Um jedoch die Bedeutung derartiger Experimente für den Nachweis der Universalität eines Begriffes wie den des Elektrons richtig einzuschätzen, wird man nicht aus den Augen verlieren dürfen, daß bei gewissen radioaktiven Erscheinungen, wie eben beispielsweise bei der α -Strahlung, menschliche Experimentierkunst — wenigstens bis heute — in gewissem Sinne zu Ende ist; selbst durch Aufbietung der größten uns derzeit zur Verfügung stehenden Energien, durch Anwendung höchster und tiefster Temperaturen, gewaltiger Drucke sind wir bekanntlich außerstande, den Ablauf radioaktiver Reaktionen zu beschleunigen oder zu verzögern. Von diesem Gesichtspunkte aus scheint es nun allerdings weniger merkwürdig, wenn mit der beharrlichen Regelmäßigkeit, mit welcher radioaktive Erscheinungen unbeirrt durch äußere Umstände ihren Ablauf nehmen, eine Regelmäßigkeit wie die der α -Strahlung verbunden ist. Ebenso wie beispielsweise ein in der Naturseltenheit der Dobbschauer Eishöhle eingeschlossener Beobachter aus der von ihm gefundenen Konstanz der Temperatur seiner Umgebung während des ganzen Jahres nicht auf eine solche auf der ganzen Erde schließen dürfte, scheint es in dieser Beleuchtung vielleicht gewagt, aus einer so ausnahmsweisen und speziellen Erscheinung wie der des radioaktiven Zerfalles ein Fundament zu einer Weltanschauung von der Universalität der heutigen Form der Elektronentheorie bauen zu wollen.

§ 22. *Die Frage nach der Existenz von Elektronen.* — Die übrige große Zahl der verschiedensten Experimentalergebnisse konnte zwar unter Zugrundelegung eines Elementärquantums der mehrfach erwähnten Größe rechnerisch gedeutet werden, doch stehen in den einzelnen Fällen ad hoc konstruierte Hypothesen, ungelöste Schwierigkeiten, zu wenig direkte oder genaue Beobachtungen einer Auffassung als selbständiges Argument für die Elektronenvorstellung noch weitaus mehr im Wege.

Nun scheint es ja sehr gut denkbar und vielleicht sogar wahrscheinlich, daß eine große Anzahl von Berechnungen und Experimenten, die den Sachverhalt nicht so klar überblicken lassen wie die Ehrenhaftschen, das Licht der wissenschaftlichen Welt deshalb nicht erblickten, weil sie eben im Widerspruche mit der herrschenden Theorie gewesen wären.

Ob nun tatsächlich unter gewissen, speziellen Umständen, ob nur unter diesen Umständen immer die gleichen Elektrizitätsladungen auftreten, ob Experimente und Rechnungen bereits durchgeführt, aber noch nicht veröffentlicht wurden, die sich nicht im Sinne der Elektronentheorie deuten lassen, die Lösung dieser Fragen muß der nahen Zukunft überlassen werden.

Damit eröffnet sich dem Experimentator ein reiches Arbeitsfeld mit einer Fülle von Aufgaben, denn er wird bestrebt sein, einerseits neue, mög-

lichst direkte Methoden zur quantitativen Verfolgung von Erscheinungen zu finden, an welchen ein Effekt der elektrischen Elementarladung sich zeigen müßte, andererseits die bereits bekannten Methoden auf eine Genauigkeit zu steigern, die der Tragweite daraus gezogener Schlüsse ebenbürtig ist. Falls diese Beobachtungen eine genügend stützende Grundlage für die Annahme eines elektrischen Elementarquantums bieten werden, wird es Sache der Theorie sein, das Zustandekommen in plausible Bilder zu bauen. Als bereits feststehende Tatsache muß jedoch aufgenommen werden, daß die einfachen und ungezwungenen Experimente *Ehrenhafts* regellos alle denkbaren Ladungen bis zum zweitausendsten Teile des bis nun unteilbar vermeinten universellen elektrischen Elementarquantums beobachten lassen, so daß von einem unveränderlich großen Elektron in der gegenwärtig vermuteten Ladung von etwa $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. nicht die Rede sein kann.

(Schluß folgt.)

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie.

Vererbungsstudien an Mäusen. (*L. Plate*, Arch. f. Entwicklungsmechanik 44, 1918, S. 291—336, mit einer Tafel und 5 Textabbildungen.)

Die Abhandlung beschäftigt sich mit zwei Problemen, mit der Vererbung des Zobelanflugs bei Hausmäusen als eines Beispiels einer progressiven Mutation und mit der Vererbung der Weiß-Scheckung.

1. Von den orangefarbigten Mäusen (yellows) kommt eine Varietät vor mit dunklem Rücken-anflug, welcher zobelfarbig (sable) genannt wird. Dieser dunkle Anflug tritt in sehr verschiedener Stärke auf und zeigt sich bei den jungen Tieren am intensivsten, um im Laufe des Lebens mehr oder weniger abzublassen, so daß die Zobelmaus in vielen Fällen schließlich rein orangefarbig wird. Man unterscheidet diese Abstufungen als schwarze, mittlere und gelbe Zobelmäuse. Bei den schwarzen (szbl) sind die Haare der Zobelregion in ganzer Länge schwarz. Bei den beiden anderen Sorten haben diese Haare eine gelbe Endbinde, und zwar ist bei den mittleren (mitzbl) die Haarbasis dunkel, bei den gelben (gezbl) hell. Eine scharfe Grenze läßt sich zwischen diesen 3 Sorten nicht ziehen, da sie durch Mauser allmählich ineinander übergehen. Das Tempo der Aufhellung variiert individuell außerordentlich, so daß die nächst hellere Stufe in einem Zeitraum erreicht wird, welcher zwischen 1 Monat und 2 Jahren schwankt. Die Aufhellung beginnt fast immer zuerst am hinteren Körperende und schreitet nach vorn vor. Bei 5 Individuen wurde eine nachträgliche Verdunkelung beobachtet, indem das schon aufgehellte oder bei der Geburt helle Tier allmählich wieder dunkler wurde; bei einem Exemplar hellte sich später diese zweite Verdunkelung wieder auf. Die Rückbildung des Pigments geht besonders rasch vor sich, wenn die Tiere die Faktoren Ee^1) enthalten, und zuweilen zeigen solche Mäuse schon

¹⁾ E bedingt schwarze Augen und dunkle Haarfärbung, e rote Augen und hellere Färbung. Vgl. *L. Plate*, Vererbungslehre, Leipzig, W. Engelmann 1913, S. 129 ff.

bei der Geburt keinen Anflug und sind von orangefarbenen nicht zu unterscheiden. Es beruht dies auf dem pigmenthemmenden Einfluß von *e*, welcher besonders deutlich darin zum Ausdruck kommt, daß die rot-äugigen *ee*-Mäuse nie einen Zobelanflug besitzen. Eine Ausnahme hiervon ist mir nur zweimal begegnet. Ebensovienig wie orangefarbige Mäuse (*Y . . .*) aus nicht-orangefarbenen (*yy . . .*) hervorgehen können, ebensovienig können Zobelmäuse (*Y'y . . .*) von Nicht-Zobelmäusen geworfen werden. Eine junge Maus kann aber *Y'* enthalten und äußerlich doch keinen Zobelanflug besitzen, entweder weil derselbe schon in sehr jungem Alter wieder sich rückgebildet hat, oder weil er infolge von *ee* überhaupt nicht zur Entfaltung kam. Die Zobelmäuse sind als eine Varietät der orangefarbenen anzusehen, indem *Y* sich mutativ in *Y'* verwandelt. Dies geht daraus hervor, daß die Zobelmäuse ebenso wie die orangefarbenen immer heterozygot sind und im Laufe ihres Lebens durch Aufhellung zu orangefarbenen werden. Während *Y* die Pigmentbildung durch *B* (Faktor für schwarzes Pigment) unterdrückt, vermag *Y'* dies nicht zu tun. Daher der dunkle Rückenanflug. *Y'* ist also als ein geschwächtes *Y* anzusehen. Hieraus folgt auch, daß alle Zobelmäuse *B* enthalten. Die schwarzen Zobelmäuse sind *Y'yBBEE* bzw. *Ee*, die mittleren und gelben *Y'yBbEE* bzw. *Ee*. Da *Y'* in dem Grade seiner Schwächung sehr variiert, sehen zuweilen die *Y'yBb* als junge Tiere wie *szb* aus. Da nur die Heterozygoten lebensfähig sind, kommt kein Tier von der Zusammensetzung *YY'* vor. Man kann also auch nicht behaupten, daß *Y* über *Y'* dominiert, oder umgekehrt *Y'* über *Y*. Die zahlreichen Kreuzungen stimmen mit diesen Auffassungen überein, da die beobachteten und erwarteten Sorten harmonisieren. Man kann also auch nicht *Y'* dadurch erzielen, daß man echte orangefarbige Mäuse durch mehrere Generationen hindurch mit schwarzen Mäusen kreuzt. Obwohl *Y'* dem *Y* sehr nahe steht, ist es doch als eine echte Erb-einheit anzusehen, welche freilich, wie alles Organische, in ihrer Wirkung und daher auch wohl in ihrer chemisch-physikalischen Konstitution variiert. Es wurde nichts beobachtet, was für „Gameten-Unreinheit“ oder dafür spricht, daß ein Faktor durch Zusammentreffen mit einem andern dauernd verändert werden kann. Die Umwandlung von *Y* in *Y'* ist als Beispiel einer progressiven Mutation anzusehen.

2. Die Weiß-Scheckung der Mäuse ist ein rezessives Merkmal gegenüber der Einfarbigkeit, welche in der Regel vollkommen dominant ist. In einzelnen Fällen sind die Heterozygoten schon äußerlich kenntlich (Zeotypus). Die Weiß-Scheckung hat mit Albinismus nichts zu tun und kann daher nicht, oder nur in ungenauer Ausdrucksweise als partieller Albinismus bezeichnet werden. Die große Variabilität der Weiß-Scheckung läßt sich erklären, wenn man außer dem allelomorphen Paar *S* = Einfarbigkeit, *s* = Scheckung, eine Anzahl von gleichsinnigen Erbfaktoren annimmt, deren Fehlen die Variabilität erzeugt. Fehlt nur einer, so entsteht der erste Scheckungsgrad, fehlen 2 der zweite usw. Die Beobachtungen lassen auf mindestens 7 oder 8 solcher Modifikatoren schließen, wahrscheinlich aber ist ihre Zahl noch größer. Auf dem Boden dieser Theorie der Entstehung der Scheckung durch polymere Faktoren wird es verständlich, daß gescheckte Tiere einfarbige Junge werfen können, daß die *F*₁ zuweilen über den Scheckungsgrad der Eltern transgredieren, daß auf jeder Stufe eine Selektion nach zunehmender oder abnehmender Pigmentierung (Guénot, Castle) ausgeführt werden kann, u. a. Alle beobachteten Tatsachen

werden auf diese Weise ohne Annahme einer Inkonzanz der Erbfaktoren oder einer Gameten-Unreinheit auf streng mendelistischer Basis verständlich. Der niedere Grad der Scheckung dominiert nicht über den höheren, sondern die verschiedenen Grade sind Glieder einer polygenetischen Reihe. Durhams und Hagedoorns Angabe, daß es eine dominante Scheckung gibt, ist noch zweifelhaft. *Autoreferat.*

Oberflächenspannungsdifferenzen als eine Ursache der Zellteilung. (Josef Spek, *Archiv für Entwicklungsmechanik d. Org.* Bd. 44, Heft 1 1918, S. 5—113.)

Schon im Jahre 1876 sprach O. Bütschli die Vermutung aus, daß Oberflächenspannungsdifferenzen am Zelleib die Ursache der Zellteilung seien. Der Beweis hierfür wurde nun dadurch ermöglicht, daß Oberflächenspannungsänderungen an toten Flüssigkeitstropfen wie an lebenden Zellen stets von ganz gesetzmäßigen Erscheinungen begleitet sind. Die Untersuchungen wurden dadurch auf besonders sichere Grundlage gestellt, daß es gelang, eine regelmäßige Durchschnürung von Flüssigkeitstropfen durch Oberflächenspannungsdifferenzen auch künstlich am physikalischen Modell auszuführen. Ein viskoser Öltropfen flacht sich am Äquator ab, kerbt sich ein und schnürt sich schließlich ganz durch, wenn seine Äquatorzone eine Region höherer Oberflächenspannung wird, während die Pole Stellen verminderter Oberflächenspannung sind. Lokale Verminderungen der Oberflächenspannung können am Öltropfen durch Verseifung seiner Oberfläche herbeigeführt werden. — Die Durchschnürung des Tropfens ist nun stets begleitet von typischen Strömungserscheinungen. Stets bewegt sich ein „oberflächlicher Zustrom“ zu der Zone erhöhter Oberflächenspannung und biegt im Äquator in das Innere der Zelle ein. Gegen die Pole, die Stellen der Spannungsverminderung, geht ein „axialer Zustrom“, der an der Oberfläche angelangt, in einen „oberflächlichen Ausbreitungsstrom“ übergeht. Dieser typische Strömungsverlauf läßt sich in allen Einzelheiten auch bei der gleichmäßigen Durchschnürung der Eizellen kleiner Nematoden erkennen. Bei einseitiger Einschnürung des Zelleibes erfährt er eine charakteristische Abänderung, die auch den theoretischen Erwartungen entspricht, wenn die Einkerbungsstelle eine absolut erhöhte Oberflächenspannung besitzt. — Lebhaftere Strömungen während der Zellteilung lassen sich nur an günstigen Objekten beobachten, sehr häufig kommen hingegen ganz typische Verlagerungen des Zellinhaltes (Dotterkörner, Pigment!) bei Zellteilungen vor, die sich auf Plasmaströmungen zurückführen lassen, die wieder ganz den theoretischen Vorstellungen entsprechen. — In besonders eindeutiger Weise ergibt sich die Abschnürung der Richtungskörper als eine Wirkung von Oberflächenspannungsdifferenzen. Die Richtungskörper entstehen, indem sich eine kleine, eng und scharf begrenzte Zone verminderter Oberflächenspannung an der Eizelle vorwölbt und sich nachher an ihrer Basislinie, einer Zone erhöhter Oberflächenspannung, abschnürt. — Eine Reihe von Erscheinungen, mit deren genauerem Studium der Verfasser gegenwärtig beschäftigt ist, spricht dafür, daß sich die Zellkolloide während der Zellteilung in einem wasserreicheren, verflüssigten Zustand befinden. Da das wohl auch für die Kolloide etwaiger Zellmembranen gilt, ist jedenfalls auch für Zellen, die nicht wie die Eizellen „nackt“ sind, die Möglichkeit der Entstehung von Oberflächenspannungsdifferenzen bei der Zellteilung gegeben.

Autoreferat.

Differenzen im Quellungszustand der Plasmakolloide als eine Ursache der Gastrulainvagination, sowie der Einstülpungen und Faltungen von Zellplatten überhaupt. (Josef Spek, *Kolloidchemische Beihefte* Bd. IX, Heft 10—12, S. 259—400.) Die Einstülpung einer Gastrula kommt nach O. Bütschli dadurch zustande, daß die eine (später konvex werdende) Fläche der Entodermzone sich stärker ausdehnt als die äußere. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß diese stärkere Ausdehnung der einen Fläche der sich einkrümmenden Zellplatte der Gastrula und ebenso auch bei den andern in den ersten Stadien der Ontogenie der Tiere eine so große Rolle spielenden Einstülpungs- und Faltungsprozessen in vielen Fällen durch reine Wasseraufnahme zustandekommt. Dieser Überlegung entsprechend wurden die Grundlage zu neuen Studien über diesen Gegenstand Versuche mit Modellen, an denen die Einstülpungen usw. ausschließlich durch einseitig stärkere Wasseraufnahme herbeigeführt wurden. Stellt man sich z. B. — als Modell einer Blastula — aus Gelatine- und Agargallerte eine Hohlkugel her, an der die eine Hälfte („Entodermhälfte“) aus einer stärker quellbaren inneren und einer schwächer quellbaren äußeren Lamelle aufgebaut ist, und setzt sie ins Wasser, so stülpt sich in 1—2 Tagen das „Entoderm“ durch stärkere Aufquellung seiner Blastocoelfläche selbsttätig nach innen ein. In ähnlicher Weise läßt sich die Entstehung von Ausstülpungen an Hohlzylindern (z. B. Leberausstülpung) oder von Längsfalten (Medullarrinne, Chordafalte usw.) im Modell vorführen. — Daß nun bei den genannten Prozessen auch in den Organismen Quellungserscheinungen eine Rolle spielen, wird schon dadurch wahrscheinlich gemacht, daß die betreffenden Organanlagen sich sehr häufig durch einen besonderen Reichtum an gut quellbaren Substanzen auszeichnen. Fernerhin spricht dann aber noch ganz besonders der Umstand dafür, daß sich die Einstülpungsprozesse in weitem Maße durch Stoffe beeinflussen, d. h. hemmen oder gar umkehren lassen, die einen mächtigen Einfluß auf die Quellung von Kolloiden ausüben. Es sind dies besonders Salze und Säuren. In Verwertung einer ganzen Reihe von zum Teil selbst ermittelten Resultaten der Kolloidchemie der Quellung wird gezeigt, daß sich alle die interessanten Fälle, in denen Curt Herbst durch bestimmte Salzwirkungen (Zusatz von Lithiumsalzen, Kaliumrhodamid oder Natriumbutyrat zum Seewasser, durch Weglassen der Sulfate oder des Magnesiums aus demselben) vor Jahren *Exogastrulation* der Seiegellarven (Gastrulen mit nach außen gestülptem Urdarm) erzielen konnte, diese dadurch zustande kommen dürfte, daß Ionen, die die Quellung stark fördern, sich in der äußeren Hälfte der Zellen der Entodermregion anreichern, oder aber daß entquellend wirkende Ionen daraus entfernt werden. — Das häufige Auftreten von starken Zellwucherungen an den sonst durch Faltung oder Ausstülpung entstehenden Organanlagen wird auf Grund gewisser Beobachtungstatsachen auf deren Reichtum an stark quellbaren Substanzen zurückgeführt. *Autoreferat.*

Delegierte der neutralen Staaten, die an der **internationalen Meeresforschung** teilnehmen: Schweden, Norwegen, Holland und Dänemark, haben vom 23.—25. Mai in Kopenhagen verschiedene fischereiökonomische, biologische und hydrographische Fragen behandelt. Von den fischereiökonomischen Fragen ist besonders zu nennen die Annahme von Vorschlägen zu umfassenden *Untersuchungen des Fischbestandes in der Nordsee nach dem Kriege*. Man wünschte ausführliches Ma-

terial hierüber, um es mit dem großen aus der Zeit vor dem Kriege gesammelten Material zu vergleichen. Das ist von großer Bedeutung für die Feststellung künftiger Schonmaßregeln, besonders für Plattfische und Schellfische. — Dr. Redeke (Holland) und Dr. Johansen (Dänemark) machten interessante Mitteilungen über den bis jetzt beobachteten Wechsel des Fischbestandes in der Nordsee während des Krieges. Selbstverständlich konnte man solche Untersuchungen nur in kleinem Maßstabe ausführen und nur in Küstengewässern, hat also entscheidende Resultate noch nicht erreicht. Aber es ist doch von großem Interesse, besonders durch die holländischen Beobachtungen über die Scholle festgestellt zu haben, daß schon zwei Jahre nach dem Ausbruch des Krieges eine Erhöhung der Durchschnittsgröße bemerkbar geworden ist im Vergleich mit der Durchschnittsgröße vor dem Kriege. Auch die Anzahl der Schollen hat sich erheblich vergrößert. Das ist für Holland in den jetzigen Ernährungsverhältnissen sehr nützlich gewesen. Nach dem Kriege wird es für die internationale Meeresforschung eine große und bedeutungsvolle Aufgabe sein, diese Fragen zu erforschen und mit den von der modernen Meeresforschung viele Jahre geprüften Methoden zuverlässige Angaben herbeizuschaffen. Professor Gran, Delegierter für Norwegen, hielt einen sehr instruktiven Vortrag über die Plankton-Produktion des Kristianiafjords. Er wird von dem internationalen Bureau herausgegeben werden. Dr. Hjort, ebenfalls norwegischer Delegierter, beteiligte sich an der Diskussion der meisten vorliegenden Fragen. Besonders bemerkenswert ist ein Vortrag über einige seiner Untersuchungen über den Hering in kanadischen Gewässern, die er während seines Aufenthalts in Kanada für die kanadische Regierung ausgeführt hat. Er wies auf Ähnlichkeiten von bemerkenswerter Art zwischen den Altersstufen des Herings im atlantischen Meere und in kanadischen und norwegischen Gewässern hin. — Der Chef des Bureaus für Fischereiaadministration in Schweden, Dr. Nordquist, berichtete über einige Ergebnisse der neueren Untersuchungen von Dr. Andersson über die Rassen und Wanderungen des Herings in Kattegat und Skagerak.

Viel Zeit beanspruchte eine Diskussion über ein großes hydrographisches, aus dem atlantischen Meere gewonnenes Material, namentlich deutsches, holländisches und dänisches. Dieses Material ist während des Krieges auf Betreiben des Präsidenten Professor Petersson bei dem internationalen Bureau bearbeitet worden. Der holländische Delegierte, Professor van Everdingen, und der Direktor des meteorologischen Instituts in Kopenhagen, Kapitän Ryder, nebst Professor Pettersson aus Schweden, Professor Knudsen und Dr. Gehrke aus Dänemark nahmen an der Diskussion dieser Fragen teil. Der Generalsekretär, Kommandör Drechsel, legte ein Schreiben an die an der internationalen Meeresforschung teilnehmenden Regierungen vor, über die Notwendigkeit, diese Forschungen so bald wie möglich nach dem Kriege wieder aufzunehmen. Schließlich wurde ein Vorschlag zum Budget für das nächste Finanzjahr angenommen, das mit verschiedenen anderen Vorschlägen an die Delegierten derjenigen kriegführenden Länder gesandt werden wird, die an der internationalen Meeresforschung teilnehmen.

Drechsel, Kopenhagen.

Über den Einfluß von Kontaktreizen und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den Turgeszenzzustand von Keimstengeln. (P. Stark, *Ber. d. D. Bot. Ges.* 35, 1917.) Wenn man Keimstengel der ver-

schiedensten Pflanzenarten mit einem Korkstäbchen wiederholt reibt, dann kann man folgende Erscheinung beobachten: Die Spitze beginnt sich allmählich nach der geriebenen Seite überzuneigen, die Krümmung schreitet mehr und mehr nach basaleren Regionen fort, und schließlich sinkt das Pflänzchen vollständig erschlaft zur Erde nieder. In diesem Zustande kann es längere Zeit verharren. Dann aber erfolgt wieder ein Aufrichten, und alle Phasen werden in umgekehrter Richtung durchlaufen, bis der Keimling wieder vollständig straff und aufrecht dasteht. Kausal ist das Umsinken dadurch bedingt, daß durch das Reiben die Transpiration ganz erheblich erhöht wird und infolgedessen ein so starker Wasserverlust eintritt, daß die Gewebespannung nicht mehr ausreicht, das Pflänzchen aufrecht zu erhalten. Das läßt sich durch Wägung einwandfrei feststellen. Es ergibt sich dabei eine Transpirationssteigerung um 100 %. Aber auch auf anderem Wege läßt sich die verstärkte Wasserabgabe ermitteln. Man braucht nur den Stengel mit einem Streifen getrockneten Kobaltpapiers zu umwickeln. Kobaltchlorür hat nämlich in trockenem Zustande eine intensiv blaue Farbe, rötet sich aber sofort bei der geringsten Wasseraufnahme. Es zeigt sich nun, daß der Papierstreifen nach kürzester Frist an der Stelle, die gerieben wurde, einen roten Strich aufweist. Diese Erscheinung liefert uns eine Erklärung für die Ursachen der Transpirationszunahme. Die Keimstengel der Versuchspflanzen sind, um eine schädigende Wasserabgabe zu verhindern, mit einer Wachsschicht überzogen, und dieser Schutzpanzer wird durch das Reiben partiell abgestreift. Die Pflanze besitzt aber das Vermögen, den Schaden wieder auszubessern, und darauf beruht es, daß die Keimlinge am folgenden Tage wieder aufrecht dastehen. Interessant ist nun das Verhalten von Keimlingen, die man sofort nach dem Reiben in den dampfgesättigten Raum stellt. Da in diesem Fall die Transpiration fast vollständig sistiert wird, so tritt keine Reaktion ein. Dagegen kann das Umsinken sofort erzielt werden, wenn man die Objekte in trockene Atmosphäre verbringt. Bemerkenswert ist nun, daß ein solches verspätetes Umsinken auch dann erfolgt, wenn sich die geriebenen Keimlinge 3—4 Tage im Dampfraum befunden hatten. In dieser Zeit haben Pflanzen, die in trockener Luft stehen, ihre Wachsschicht längst regeneriert. Daraus folgt, daß die Neubildung der Schutzschicht bloß dann stattfindet, wenn sie biologisch notwendig ist, nicht aber, wenn die Dampfsättigung ein Welken ausschließt. Dies läßt sich auch aus folgender Tatsache ersehen: Läßt man Keimlinge vollständig im dampfgesättigten Raum aufwachsen und bringt sie dann plötzlich in eine trockene Atmosphäre, dann beginnen sie vielfach schlaff niederzusinken, ohne daß sie gerieben wurden. Hier ist eben unter den veränderten Bedingungen die Wachsbildung primär unterblieben. Sie tritt erst nachträglich bei längerem Aufenthalt im trockenen Raum ein, wobei sich dann die Keimlinge wieder aufrichten. Wir haben es hier mit zweckmäßigen Reaktionen zu tun, die sicher in der freien Natur eine große Rolle spielen. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß bei vielen Pflanzen die Wachsbildung mit den Standortverhältnissen im Zusammenhang steht und je nach der Vegetationsperiode geändert werden kann.

P. St.

Zur Kenntnis der phototaktischen Richtungsbewegungen (J. Buder, *Jahrb. f. wiss. Bot.* 58, 1917). Die phototaktischen Reaktionen der Mikroorganismen sind von jeher ein beliebtes Studienobjekt für Zoologen

und Botaniker gewesen. Die Arbeit von Buder liefert nun neben einer kritischen Zusammenstellung der Literatur auch eine Reihe sehr bemerkenswerter neuer Beobachtungen, die an Chlamydomonaden, Flagellaten und anderen, an der Grenze von Tier- und Pflanzenreich stehenden Organismen gesammelt wurden. Besonderes Interesse verdienen die Versuche, bei denen zwei verschieden gerichtete Strahlenbündel gleichzeitig auf die Versuchsobjekte einwirkten. Während sich die Organismen bei einfacher einseitiger Beleuchtung der Lichtquelle direkt nähern oder — falls negative Phototaxis vorliegt — sich von ihr entfernen, halten sie jetzt, vorausgesetzt, daß die beiden Lichtquellen gleich intensiv sind, die Winkelhalbierende ein. Die Bahn fällt also nicht mehr mit der Strahlenrichtung zusammen. Sind die beiden Lichtquellen aber verschieden stark, dann erfolgt eine Ablenkung nach der stärkeren von den beiden, und die Richtung wird durch das Parallelogramm der Kräfte bestimmt. Der Organismus bewegt sich also so vorwärts, daß beiden Flanken dieselbe Lichtmenge pro Zeiteinheit zufließt. Dieses „Resultantengesetz“ gilt allem Anschein nach auch bei der gleichzeitigen Anwendung von drei Strahlenquellen, und sein Geltungsbereich erstreckt sich auch auf die phototropischen Reaktionen der höheren Pflanzen. Da diese festgewachsen sind, so beantworten sie den Reiz nicht mit einer Ortsveränderung, sondern sie krümmen sich nur in die durch das Resultantengesetz gegebene Richtung ein. Eingehende Daten existieren hier allerdings noch nicht, doch gibt es schon deutliche Hinweise darauf, daß auch hier — und ebenso beim Zusammenwirken von Schwerkraft und Zentrifugalkraft — dieselben Gesetzmäßigkeiten herrschen.

P. St.

Zur Verwertung der Pilze (Raebiger, *Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene* 17, 1917). Wie bekannt ist, machen die Giftpilze nur einen sehr geringen Teil unserer Pilzbestände aus. Das Kaiserliche Gesundheitsamt macht in einem Merkblatt bloß 11 Arten namhaft. Aber auch von diesen kann eigentlich bloß der Knollenblätterschwamm (*Amanita phalloides* und *A. mappa*) als absolut gefährlich bezeichnet werden. Alle übrigen Pilze werden da und dort mit gewissen Vorsichtsmaßregeln als Speisepilze verwertet. So verlieren der Pantherpilz (*A. pantherina*), der Perlschwamm (*A. rubescens*), ja sogar der Fliegenpilz (*A. muscaria*) nach Abziehen der Haut ihre Giftigkeit. Der Speiteufel (*Russula emetica*), der Satanspilz (*Boletus satanas*) und die Giftmorchel (*Gyromitra essulenta*) werden durch das Abkochen genießbar. Der Kartoffelbovist (*Scloderma vulgare*) wirkt nur in älteren Exemplaren und in großer Menge genossen schädlich. Der falsche Pfifferling endlich (*Cantharellus aurantiacus*) und der Schwefelkopf (*Hypholoma fasciculare*) gelangen bloß durch ihren bitteren Geschmack in den Ruf der Giftigkeit. Wenn diese Formen sich auch größtenteils für die menschliche Nahrung nicht empfehlen, so stellen sie doch ein recht nützliches Viehfutter dar, das besonders in Vermischung mit anderen Arten keinerlei Gefährdung bietet. Tatsächlich werden diese Arten vielfach spontan von Wild- und Weidetieren aufgesucht, und sie empfehlen sich — besonders unter den gegenwärtigen Verhältnissen — geradezu als Kraftfutter, weil die Trockensubstanz neben Kohlehydraten mehr Eiweiß enthält als selbst Fleisch. Nach einer Berechnung würden sich bei viermaliger Ernte im Jahr auf deutschem Boden 2000 Millionen Kilogramm Pilzsubstanz gewinnen lassen. Das entspricht einem Eiweißgehalt von ca. 50 Millionen Kilogramm.

P. St.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 33.

16. August 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Zum fünfundsiebzigsten Geburtstage von Paul von Groth. Von *Prof. Dr. A. Johnsen, Kiel*. S. 481.
Submikroskopische Experimentalphysik (Bericht über die Ehrenhaften Arbeiten). Von *Dr. D. Konstantinowsky, Wien*. (Schluß.) S. 488.
Besprechungen: Sven Hedin, Bagdad Babylon Ninive. Von *E. Littmann, Bonn*. S. 494.

Lauterborn, R., Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. Von *Thiennemann, Plön*. S. 495.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Abstände der Atome im Molekül und im Kristalle. Von *M. Born* und *A. Lande, Berlin*. S. 496.



Das
strahlend weiße Licht
**OSRAM-
AZO**
Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:
OSRAM-AZOLA
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Auer-Gesellschaft, Berlin O. 12.

OSRAM
AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandter Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 88, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich

6	13	26	52 maliger Wiederholung
10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Bodenbildung und Bodeneinteilung

Von

Dr. E. Ramann

o. ö. Professor an der Universität München

Preis M. 4.60.

Benzin, Benzinersatzstoffe und Mineralschmiermittel

ihre Untersuchung, Beurteilung und Verwendung

Von

Dr. J. Formanek

Professor an der k. k. böhmischen technischen
Hochschule in Prag

Mit 18 Textfiguren

Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

16. August 1918.

Heft 33.

Zum fünfundsiebzigsten Geburtstage von Paul von Groth.

Von Prof. Dr. A. Johnsen, Kiel.

I. Groths wissenschaftliche Tätigkeit.

II. Morphotropie und Topotropie.

Als im vorigen Monat der eine Herausgeber dieser Zeitschrift mit der Bitte an mich herantrat, dem Altmeister der Kristallographie Paul von Groth zu seinem fünfundsiebzigsten Geburtstage nachträglich Worte der Würdigung zu widmen, war ich betroffen darüber, daß der Krieg hier wieder ein Versäumnis verschuldet hat.

Groths Schüler stehen zum Teil an der Front, andre ruhen schon im Grabe, viele gehören dem Ausland — alle erscheinen dem Bereich unserer Wissenschaft entrückt. So konnte keine Festschrift gedeihen; erst nach den Schlachten schlägt dazu die Stunde.

Von den beiden folgenden Artikeln soll der erste Groths wissenschaftliche Tätigkeit, der zweite die Erscheinungen der Morphotropie behandeln, deren Kenntnis aufs engste mit dem Namen unseres Jubilars verknüpft ist.

I.

Groths wissenschaftliche Tätigkeit.

Paul Heinrich Groth (geboren am 23. Juni 1843 zu Magdeburg) promovierte, nachdem er an der Freiburger Bergakademie und an der Berliner Universität studiert, an dieser im Jahre 1868 mit der in Poggendorffs Annalen erschienenen Dissertation „Beiträge zur Kenntnis überchlorsaurer und übermangansaurer Salze“; die bei dieser Untersuchung gewonnenen Einblicke in die Beziehungen zwischen chemischer und morphologischer Verwandtschaft verschiedener Kristallarten haben dem Autor die Hauptrichtung seiner späteren Arbeiten vorgezeichnet.

Seit 1870 Dozent an der Berliner Bergakademie und Privatdozent an der Friedrich-Wilhelms-Universität, wurde Groth bereits 29jährig als Ordinarius an die soeben (1. Mai 1872) wiedereröffnete Straßburger Hochschule, gleichzeitig mit Baeyer, Kundt, Reye u. a. berufen. Hier hat er auch petrographisch-geologische Beiträge zur Kenntnis des Elsaß geliefert, nachdem er schon seiner Promotion petrographisch über den Kyffhäuser gearbeitet hatte.

Nach fast 12jähriger Wirksamkeit folgte der Vierzigjährige einem ehrenvollen Rufe an die Ludwig-Maximilians-Universität zu München, wo er zugleich Direktor der prächtigen Mineraliensammlung des Bayrischen Staates wurde. Einen Führer durch dieses Museum gab er im Jahre 1891 heraus,

wie er vordem auch die *Straßburger Sammlung* in einem Buche eingehend beschrieben hatte. Neben diesen beiden Werken zeugen viele kleinere Spezialarbeiten über einzelne Mineralien (Topas, Blödit, Kainit, Leukophan, Wismutglanz, Barysalpeter, Chiolith, Cordierit, Kobaltglanz, Speiskobalt, Kupferkies, Manganit, Wulfenit u. a.) von Groths ungewöhnlicher Kenntnis der Arten und ihres Vorkommens in der Natur. Die Abfassung einer „*Edelsteinkunde*“ (1887) liegt ebenfalls auf diesem Gebiet, und schon 1874 vermochte er in seiner bekannten „*Tabellarischen Übersicht*“ für eine außerordentlich große Anzahl von Mineralarten die ihm wahrscheinlichsten Konstitutionsformeln anzugeben. Zahlreiche *Auslandsreisen* (1893 Nordamerika, 1897 Ural, 1904 England, 1910 Südnorwegen) sowie viele Alpenfahrten regten Groths Interesse an der *Mineral-Paragenese*¹⁾ immer wieder von neuem an und befruchteten es zugleich; so entstand 1885 eine Darstellung der berühmten Mineralvorkommen des *Dauphiné*, 1893 ein Bericht über das Studium *ostalpiner Erzlagerstätten*, kurz darauf eine Schilderung der *Zinkschätze von New Jersey* und noch im vorigen Jahre eine *topographische Übersicht der Lagerstätten* überhaupt; auch ist die einzig in ihrer Art dastehende *Paragenesen-Sammlung des Münchener Museums* im wesentlichen Groths Eifer und Geschick zu verdanken. Daß neben solcher Tätigkeit auch die neuere Entwicklung der Petrographie, wie sie durch Zirkel und Rosenbusch inauguriert worden ist, aufmerksam verfolgt wurde, zeigen die Nekrologe, welche Groth in den Jahren 1913 und 1914 diesen beiden Forschern geweiht hat.

Schon seit 1869 hatte sich unser Altmeister dem Studium rein physikalischer Kristalleigenschaften und deren Untersuchungsmethoden zugewendet und sich mit dem natürlichen Drehungsvermögen von Quarz und Natriumperjodat, der Piezoelektrizität des Quarzes, der Thermoelektrizität von Kobaltglanz und dem elastischen Verhalten des Steinsalzes beschäftigt. Bereits im Jahre 1876 erschien dann seine „*Physikalische Kristallographie*“, die zur Hälfte auch eine Morphologie der Kristalle enthält und bald ihre fünfte, gänzlich umgestaltete Auflage erleben wird; vordem konnte man Kristallphysik nur in A. Schraufs „*Lehrbuch der Physikalischen Mineralogie*“ (2. Bd. 1868) sowie in den rein physikalischen Büchern von Jamin und Wüllner finden. In jenem weitverbreiteten Werke, in welchem

¹⁾ Als „*Paragenese*“ bezeichnet man den gemeinsamen Vorgang der Entstehung von „vergesellschafteten“, d. h. benachbart auftretenden Mineralarten.

auch auf leichtverständliche Darstellung der damals noch in Entwicklung begriffenen Methoden und Apparate abgezielt wurde, sprach der Verfasser ein wichtiges, uns heute ganz geläufiges Symmetriegesetz der Kristalle aus, daß nämlich zwei morphologisch gleichwertige Richtungen stets auch physikalisch in jeder Hinsicht gleichwertig sind. Dieser Satz reiht sich den umfassenden Symmetriegesetzen von Haüy und von Hessel an; das Hauysche lautet: alle physikalisch und chemisch gleichartigen Kristalle haben (auch bei verschiedenem Habitus) eine und dieselbe Symmetrie; das Hesselsche Gesetz findet seinen Ausdruck in der Herleitung der 32 Kristallklassen.

Seit seiner Dissertation hat Groth, angeregt auch durch die beispiellosen Erfolge chemischer Synthese, sich immer wieder den Kristallformen künstlicher, besonders organischer Verbindungen gewidmet und Untersuchungen über Mercurihalogenide, Chloralhydrat, Platodijodonitrite, Triphenylmethan und Amarinsulfat veröffentlicht. Derartige Studien, zu denen er auch u. a. Arzruni, Bodewig, Hintze und später Gofner, Hlawatsch und Steinmetz angeregt hat, gewährten ihm einen immer befriedigenderen Einblick in die Zusammenhänge zwischen Kristallform und Chemismus; diese Beziehungen haben unserem Forscher von jeher bis heute im Vordergrund des Interesses gestanden und ihn schon 1870 diejenige Fragestellung finden lassen, die zur Formulierung des bekannten Morphotropie-Begriffes führte (seit dem Jahre 1900 berichtet eine besondere Kommission der British Association regelmäßig über ihre auf diesem Gebiete erzielten Fortschritte).

Die Ergebnisse solcher Überlegungen sind in zahlreichen bis in die Kriegsjahre hineinreichenden Abhandlungen und Vorträgen niedergelegt und wurden im Jahre 1904 in der „Einleitung in die chemische Kristallographie“ kurz zusammengefaßt. In dieser Hinsicht bildet eine Fundgrube für jeden Kristallographen die große „chemische Kristallographie“, in welcher die morphologischen und physikalischen Eigenschaften aller bisher künstlich dargestellten Kristallarten kritisch zusammengestellt und nach ihren Beziehungen am Anfang jeder Gruppe verwandter Verbindungen diskutiert sind. Dieses Buch, das 1906 zu erscheinen begann und dessen fünfter und letzter Band sich längst im Druck befindet, möchte ich in jeder Hinsicht als das größte aller Werke bezeichnen, die wir Groth verdanken, und mit Recht ist dieser unlängst zum Ehrenmitglied der „Deutschen chemischen Gesellschaft“ erwählt worden; wie Groth sich der chemischen Beratung von Willstätter und Wieland bei Abfassung des Buches erfreute, so zieht aus ihm jetzt der Chemiker denselben reichen Gewinn wie der Kristallograph. Welche Gesetze mögen in den dort niedergelegten Konstanten noch schlummern!

Solcher Forschungsrichtung haben sich durch M. v. Laue's Entdeckung der Kristallröntgenometrie (1912) ungeahnte Ausblicke eröffnet; mit

geradezu jugendlichem Eifer hat Groth sich den Ergebnissen jener Experimente zugewendet und dieselben seinen Gedankengängen bereits nutzbar zu machen gewußt.

Besonderes Interesse an der geschichtlichen Entwicklung unserer Wissenschaft hat der Altmeister dadurch an den Tag gelegt, daß er — z. T. zusammen mit C. und E. Blasius — die epochemachenden Schriften eines Mitscherlich, Bravais und Gadolin in Ostwalds Klassikerbibliothek edierte; zu seinen Zukunftsplänen gehört der einer Geschichte der Mineralogie, die ja in dem Kobellschen Buche schon mit dem Jahre 1860 abschließt. Wie eine Broschüre „über das Studium der Mineralogie an den deutschen Hochschulen“ (1875) sowie die große Zahl seiner Schüler und ihrer Arbeiten zeigt, ist Groth ein ebenso begeisterter wie begeisternder Hochschullehrer.

II.

Morphotropie und Topotropie.

1. Einleitung.

Die Entwicklungsbahn des Begriffes der Morphotropie läuft, zeitlich rückwärts verfolgt, in die Geschichte des Isomorphiestudiums aus, das plötzlich zu einer neuen Fragestellung führte.

2. Isomorphie.

Nachdem schon Klaproth die unstöchiometrisch-variable Zusammensetzung von Granaten erkannt und J. N. Fuchs festgestellt hatte, daß der Chemismus mancher Kristallarten nur dann dem stöchiometrischen Gesetz gehorcht, wenn man für sie die Atomprozente gewisser chemischer Elemente zusammenzählt, machte Eilhard Mitscherlich im Jahre 1821 die Entdeckung der Isomorphie. Er fand, daß manche einander chemisch analog aufgebauten Kristallarten gleiche¹⁾ Symmetrie, große Ähnlichkeit aller Winkel sowie die Fähigkeit besitzen, sich aus gemeinsamen Lösungen als Mischkristalle von stetig variablem Mischungsverhältnis auszuscheiden.

Wir betrachten als Beispiel die folgenden drei isomorphen Kristallarten mit ihren morphologischen Konstanten²⁾ $\frac{a}{b}$, $\frac{c}{b}$, $\angle \beta$, wobei wir $b = 1$ setzen.

¹⁾ Als gleich symmetrisch bezeichnet man zwei Kristalle, wenn sie mit gleichartigen und gleichgerichteten Symmetrieachsen und Symmetrieebenen wie überhaupt mit gleichen Symmetrieelementen behaftet sind und daher einer und derselben Symmetrieklasse angehören.

²⁾ Die „morphologischen Konstanten“ α , β , γ , $\frac{a}{b}$, $\frac{c}{b}$ eines Kristalles haben folgende Bedeutung: $\alpha = \angle \hat{X}\hat{X}$, $\beta = \angle \hat{X}\hat{Y}$, $\gamma = \angle \hat{Y}\hat{Z}$ sind die Winkel zwischen irgend drei zu Koordinatenachsen X, Y, Z gewählten Kristallkanten und $a : b : c$ ist das Verhältnis der Strecken, die irgend eine zur „Einheitsfläche“ gewählte Kristallfläche auf jenen drei Achsen, vom Koordinatenursprung aus gemessen, abschneidet. Diejenigen dieser 5 Konstanten, die bereits durch die Symmetrie des betreffenden Kristalles festgelegt sind, brauchen offenbar nicht beson-

$K_2 Mg(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$, monoklin holoedrisch;
$\alpha_1 = 0,7413$, $c_1 = 0,4993$, $\beta_1 = 104^\circ 48'$
$Rb_2 Mg(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$, monoklin holoedrisch;
$\alpha_2 = 0,7400$, $c_2 = 0,4975$, $\beta_2 = 105^\circ 59'$
$Cs_2 Mg(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$, monoklin holoedrisch;
$\alpha_3 = 0,7279$, $c_3 = 0,4946$, $\beta_3 = 107^\circ 6'$

Bildet man das Verhältnis zwischen je zwei einander ähnlichen Konstanten, so ergibt sich:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 1,0018, \quad \frac{c_1}{c_2} = 1,0036, \quad \frac{\beta_1}{\beta_2} = 0,9889$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_3} = 1,0184, \quad \frac{c_1}{c_3} = 1,0095, \quad \frac{\beta_1}{\beta_3} = 0,9785$$

Endlich ziehen wir von diesen Verhältniszahlen Eins ab und erhalten Werte, die wir Q nennen wollen:

$$Q_{\alpha_{12}} = +0,0018, \quad Q_{c_{12}} = +0,0036, \quad Q_{\beta_{12}} = -0,0111$$

$$Q_{\alpha_{13}} = +0,0184, \quad Q_{c_{13}} = +0,0095, \quad Q_{\beta_{13}} = -0,0215$$

Diese Q -Werte sind offenbar ein Maß für die morphologische Ähnlichkeit¹⁾ je zweier Kristalle; je kleiner die absoluten Q sind, desto kleiner ist die morphologische Verschiedenheit. Jedoch liefern die Größen Q noch keinen Maßstab für die Ähnlichkeit der beiderseitigen Strukturen²⁾, sondern besagen höchstens, daß die Gitterkonstanten der einen Kristallart in ähnlichem Verhältnis zu einander stehen wie diejenigen der andern. Nimmt man nämlich für isomorphe Kristallarten „analoge“ Strukturen³⁾ an, so ist das angesichts der definitionsgemäß ähnlichen chemischen und morphologischen Gestaltung und der erfahrungsgemäß ähnlichen Kohäsion sowie der röntgenometrisch als gleichartig nachgewiesenen Strukturen der Mineralien Kalkspat ($CaCO_3$), Manganspat ($MnCO_3$) und Eisenspat ($FeCO_3$) fraglos berechtigt.

Nun bedingt aber eine „analoge Struktur“, daß die Flächen des „charakteristischen Gitterparalleloeders“ zweier isomorphen Kristallarten die gleichen Symbole ($h_1 k_1 l_1$), ($h_2 k_2 l_2$), ($h_3 k_3 l_3$) und (im hexagonalen Gitter) ($h_4 k_4 l_4$) erhalten, wenn wir die Kristalle morphologisch analog aufstellen⁴⁾.

Also folgt aus sehr kleinen Q -Werten, daß sich die Kantenlängen des einen Paralleloeders ähnlich zu einander verhalten wie die des andern und auch ähnliche Winkel einschließen wie diejenigen des andern.

ders angeführt zu werden; so sind bei den Kristallen von monoklin-holoedrischer Symmetrie, also auch bei den drei obigen Kristallarten die Winkel $\alpha = \gamma = 90^\circ$.

¹⁾ Morphologische Ähnlichkeit zweier Kristalle bedeutet Ähnlichkeit ihrer Flächenwinkel.

²⁾ Unter „Struktur“ eines Kristalles verstehen wir die Anordnung seiner Atome.

³⁾ Als „strukturell analog“ bezeichnen wir zwei Kristalle, wenn die Anordnung der Atom-Schwerpunkte in beiden annähernd die gleiche ist.

⁴⁾ Dieser Absatz bedeutet: Stellen wir zwei Kristalle von ähnlicher Form und ähnlicher Struktur so auf, daß jeder Fläche des einen Kristalles eine Fläche des andern annähernd parallel liegt, dann hat auch das System der Atomzentren des einen Kristalles eine ähnliche Lage wie dasjenige des andern.

Dagegen könnten gleichwohl die absoluten Kantenlängen des einen Paralleloeders von denen des andern beliebig verschieden sein. Daß auch diese Kantenlängen nur wenig differieren, konnte aus der definitionsmäßigen Mischbarkeit isomorpher Kristalle und der erfahrungsmäßigen Ähnlichkeit ihrer Molvolumina gefolgert werden.

3. Topische Parameter.

F. Becke (1893) und W. Muthmann (1894) haben nun unter der berechtigten Annahme analoger Strukturen isomorpher Kristalle einen Weg ersonnen, das Verhältnis der Kantenlängen des einen Paralleloeders zu den analogen Kantenlängen des andern zu berechnen. Sind nämlich a, b, c , $\angle \alpha = YZ$, $\angle \beta = ZX$, $\angle \gamma = XY$ die morphologischen Konstanten des Kristalles, und ist V das Volumen eines Mols (Gramm-Molekel) in cm^3 , so konstruiert man ein Parallelepiped, dessen Volumen gleich V und dessen Kantenwinkel gleich α, β, γ sind und dessen Kantenlängen χ, ψ, ω sich der Reihe nach zu einander verhalten wie $a : 1 : c$. Dann heißen χ, ψ, ω die topischen Parameter der Kristallart und ergeben sich aus folgenden Formeln:

$$\chi = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c \Delta}}$$

$$\psi = \sqrt[3]{\frac{V}{a c \Delta}}$$

$$\omega = \sqrt[3]{\frac{c^2 V}{a \Delta}}$$

wo $\Delta = 4 \sin s \cdot \sin(s - \alpha) \cdot \sin(s - \beta) \cdot \sin(s - \gamma)$ und $s = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{2}$ ist.

Nun muß in einem Kristall mit den morphologischen Konstanten, $a_1, c_1, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ jedenfalls ein Gitterparallelepiped existieren, dessen Kantenwinkel gleich $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ und dessen Kantenlängen $\chi'_1, \psi'_1, \omega'_1$ Gitterparameter (primitive Punktabstände) sind und sich verhalten wie $pa_1 : 1 : qc_1$, wo p und q gewisse rationale Zahlen darstellen. Dieses Parallelepiped umfasse n Molekeln. Bedeuten schließlich χ_1, ψ_1, ω_1 die topischen Parameter des Kristalles und m die Masse eines Wasserstoffatoms, dann gilt:

$$\chi'_1 = \chi_1 \sqrt[3]{\frac{n p^2 m}{q}}, \quad \psi'_1 = \psi_1 \sqrt[3]{\frac{n m}{p q}},$$

$$\omega'_1 = \omega_1 \sqrt[3]{\frac{n q^2 m}{p}}$$

Ebenso erhält man für eine isomorphe Kristallart von analoger Struktur und mit den topischen Parametern χ_2, ψ_2, ω_2 die Kantenlängen $\chi'_2, \psi'_2, \omega'_2$ eines analogen Gitterparallelepipeds, wo

$$\chi'_2 = \chi_2 \sqrt[3]{\frac{n p^2 m}{q}}, \quad \psi'_2 = \psi_2 \sqrt[3]{\frac{n m}{p q}},$$

$$\omega'_2 = \omega_2 \sqrt[3]{\frac{n q^2 m}{p}}$$

Mithin wird

$$\frac{\chi'_1}{\chi'_2} = \frac{\chi_1}{\chi_2}, \quad \frac{\psi'_1}{\psi'_2} = \frac{\psi_1}{\psi_2}, \quad \frac{\omega'_1}{\omega'_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2},$$

d. h. je zwei einander entsprechende topische Parameter χ_1 und χ_2 , ψ_1 und ψ_2 , ω_1 und ω_2 zweier isomorpher Kristalle stehen im gleichen Längenverhältnis zu einander wie die ihnen parallelen Gitterparameter χ'_1 und χ'_2 , ψ'_1 und ψ'_2 , ω'_1 und ω'_2 ; deren Richtungen sind demnach diejenigen der X -, Y - und Z -Achsen der Kristalle, schließen also die Winkel $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ bzw. $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ ein.

Auf diese Weise kann man das Längenverhältnis $\frac{\chi'_1}{\chi'_2}, \frac{\psi'_1}{\psi'_2}$ oder $\frac{\omega'_1}{\omega'_2}$ je zweier Gitterparameter für alle strukturell analogen isomorphen Kristalle berechnen, ohne daß deren Gitterkonstanten — geschweige denn Strukturkonstanten — bekannt zu sein brauchen; die absoluten Längen $\chi'_1, \psi'_1, \omega'_1$ und $\chi'_2, \psi'_2, \omega'_2$ werden von obigen Berechnungen weder erfordert noch ermittelt und erst recht bleiben Zahl und Anordnung der in und auf jenen Gitterparallelepipeden liegenden Atome unbekannt, falls sie nicht anderweitig (röntgenometrisch) festgestellt sind.

Die beiden durch $\chi'_1, \psi'_1, \omega'_1, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ bzw. $\chi'_2, \psi'_2, \omega'_2, \alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ definierten Gitterparallelepipede sind primitive Parallelepipede analoger Teilgitter der beiden Kristallgitter.

Für die drei genannten monoklinen Doppelsulfate ergeben sich nach A. E. H. Tutton (1906) folgende *topische Parameter*¹⁾ aus den beistehenden Dichten ϱ und den obigen morphologischen Konstanten a, c, β :

$\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O};$
$\chi_1 = 6,071, \psi_1 = 8,190, \omega_1 = 4,089; \varrho_1 = 2,034$
$\text{Rb}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O};$
$\chi_2 = 6,180, \psi_2 = 8,352, \omega_2 = 4,155; \varrho_2 = 2,386$
$\text{Cs}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O};$
$\chi_3 = 6,261, \psi_3 = 8,601, \omega_3 = 4,254; \varrho_3 = 2,676$

Daraus gewinnt man die folgenden Verhältnisse:

$$\frac{\chi_1}{\chi_2} = 0,982, \quad \frac{\psi_1}{\psi_2} = 0,981, \quad \frac{\omega_1}{\omega_2} = 0,985$$

$$\frac{\chi_1}{\chi_3} = 0,970, \quad \frac{\psi_1}{\psi_3} = 0,952, \quad \frac{\omega_1}{\omega_3} = 0,961$$

Ziehen wir von diesen Verhältniszahlen wieder Eins ab, so resultieren die nachstehenden mit R bezeichneten Differenzen:

$$R_{\chi_{12}} = -0,018, \quad R_{\psi_{12}} = -0,019, \quad R_{\omega_{12}} = -0,015$$

$$R_{\chi_{13}} = -0,030, \quad R_{\psi_{13}} = -0,048, \quad R_{\omega_{13}} = 0,039$$

Diese R -Werte sind ein Maß für die *strukturelle* Verwandtschaft der drei Kristallarten wie die Q -Werte einen Gradmesser der morphologischen Ähnlichkeit darstellen; je kleiner die abso-

luten R -Werte ausfallen, desto kleiner ist die strukturelle Verschiedenheit. Aus kleinen Q -Werten ergeben sich offenbar stets dann kleine R -Werte, wenn die Molvolumina V der beiden Kristallarten einander ähnlich sind. Für isomorphe Kristallarten sind kleine $|Q|$ -Werte definitionsgemäß sowie kleine $|R|$ -Werte erfahrungsgemäß charakteristisch, weil ihre Molvolumina ähnlich zu sein pflegen. Die folgende Tabelle enthält z. B. die Molgewichte M , die Dichten ϱ und die Molvolumina $V = \frac{M}{\varrho}$ der drei genannten Salze

$\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O};$
$M_1 = 402,74, \varrho_1 = 2,034, V_1 = 198,00$
$\text{Rb}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O};$
$M_2 = 495,44, \varrho_2 = 2,386, V_2 = 207,65$
$\text{Cs}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O};$
$M_3 = 590,16, \varrho_3 = 2,676, V_3 = 220,54$

Bildet man $\frac{V_1}{V_2}$ und $\frac{V_1}{V_3}$, so liegen diese Quotienten näher an Eins als die aus den M -Werten sowie die aus den ϱ -Werten gebildeten.

4. Morphotropie.

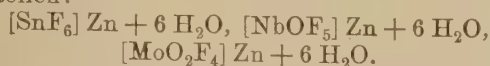
Ersetzt man in der chemischen Formel einer Kristallart die gleichartigen Atome eines chemischen Elementes durch ebensoviele Atome eines andern, welches in der gleichen Kolonne des Periodischen Systems steht, so ergibt sich im allgemeinen eine isomorphe Kristallart; daher sind das obige Kalium-, Rubidium- und Caesiumsalz einander isomorph. Je weiter die beiden chemischen Elemente innerhalb ihrer Kolonne auseinander liegen, umso größer werden die $|Q|$ und die $|R|$, d. h. umso größer werden die morphologische und die strukturelle Differenz der beiden isomorphen Kristallarten.

Außer den Elementen der gleichen Kolonne pflegen aber auch gewisse andre Elemente einander in isomorphen Reihen zu substituieren. So sind beispielsweise Pb-Verbindungen in der Regel mit den analogen Ca-, Sr- und Ba-Verbindungen isomorph, ebenso Mn-, Fe-, Co- und Ni-Verbindungen mit Mg- und Zn-Verbindungen und alle diese zuweilen mit Ca-Verbindungen. Besonders merkwürdig ist die Isomorphie von Tl- sowie NH_4 -Salzen mit Salzen der Kaliumkolonne sowie von Cyaniden mit Halogeniden. Die chemische Verwandtschaft der Sauerstoffverbindungen des Mangans und des Chlors äußert sich in einer Isomorphie bei KClO_4 , KJO_4 und KMnO_4 . Überhaupt bekunden sich chemische Verwandtschaft und gleiche Valenz, auch wenn sie im Periodischen System nicht zum Ausdruck kommen, öfters in Isomorphie. So sind Verbindungen von dreiwertigem Fe mit analogen Verbindungen von Al sowie von dreiwertigem Ti oft isomorph. Im Albit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und im Anorthit $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, die isomorph sind, haben die einander substituierenden Atome $\text{Na}^+ + \text{Si}^{IV}$ sowie $\text{Ca}^{II} + \text{Al}^{III}$ Summa je 5 Valenzen. Umgekehrt zeigen Wasser-

¹⁾ Die Fehler in den Atomgewichten und in den bestbestimmten Dichten berühren zuweilen die 3. Dezimale der topischen Parameter.

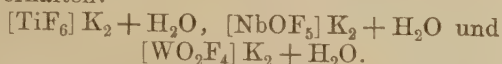
stoff und Alkalien, obwohl z. T. genau in der gleichen Kolonne des Periodischen Systems stehend, entsprechend ihrer erheblichen chemischen Verschiedenheit im allgemeinen keine isomorphen Beziehungen (s. weiter unten). Hydroxyl und Fluor scheinen einander in folgenden Mineralien zu vertreten: Wagnerit und Triploidit, Apatite, Prosopite, Topase, Humite, Zunyite.

Schließlich gilt folgende Regel: Je größer das Gewicht und die Anzahl der Atome eines Mols sind, desto zahlreichere und weitgehendere Substitutionen können innerhalb der Grenzen der Isomorphie vorgenommen werden. In den folgenden anscheinend isomorphen (rhomboedrischen) Komplexsalzen ersetzen sich die Atomgruppen SnF_2 , NbOF und MoO_2 , die zwar sämtlich zweiwertige, aber doch recht verschiedenartige Radikale darstellen:



Mit diesen drei Körpern ist überdies noch das Salz $[\text{MoO}_5] \text{Zn} + 6 \text{H}_2\text{O}$ anscheinend isomorph, das an Stelle jener zweiwertigen Radikale das dreiwertige MoOF enthält¹⁾.

Genau ebenso scheint sich die monokline Kristallart $[\text{MoOF}_5] \text{K}_2 + \text{H}_2\text{O}$ zu den drei folgenden zu verhalten:



Auch $[\text{MoOF}_5] \text{Cu} + 4 \text{H}_2\text{O}$ (monoklin) und $[\text{MoO}_2\text{F}_4] \text{Cu} + 4 \text{H}_2\text{O}$ (monoklin) dürften isomorph sein. Ferner machen die vier (monoklinen) Kristallarten $[\text{TiF}_6] \text{Cu} + 4 \text{H}_2\text{O}$, $[\text{SnF}_6] \text{Cu} + 4 \text{H}_2\text{O}$, $[\text{NbOF}_5] \text{Cu} + 4 \text{H}_2\text{O}$ und $[\text{WO}_2\text{F}_4] \text{Cu} + 4 \text{H}_2\text{O}$ den Eindruck der Isomorphie, wobei die zweiwertigen Radikale TiF_2 , SnF_2 , NbOF und WO_2 einander substituieren. Endlich stehen im Verdachte der Isomorphie die rhombischen Kristallarten $[\text{MoOF}_5] (\text{NH}_4)_2$ und $[\text{MoO}_2\text{F}_4] (\text{NH}_4)_2$, in denen ein O-Atom und ein F-Atom einander substituieren. Die Wirkung der großen Masse zeigt sich auch in folgendem Fall: Während Flußspat (CaF_2) und Sellaït (MgF_2) verschiedene Symmetrie und recht verschiedene Winkel besitzen und sich nicht zu Mischkristallen vereinigen, sind die Granatarten $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ (Grossular) und $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ (Pyrop) beide regulär und liefern Mischungen (mit einer Lücke von 20–75 Mol %).

Ähnlich vertreten einander Wasserstoff und Alkali nur in solch großen Molekeln wie denen der Glimmer.

Ein besonders schönes Beispiel für solchen „Massenisomorphismus“ bietet eine Reihe von alkylierten Ammoniummerkurikaloidsalzen gegenüber den alkylierten Ammoniumhalogeniden selbst klar; während nämlich die Salze $\text{NH}_3\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$, $\text{NH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Br}$, $\text{NH}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Br}$, $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Br}$, $\text{NH}(\text{CH}_3)_3\text{Br}$ und $\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{Br}$ frei von jedem Isomorphismus sind, erscheint die folgende analoge

Reihe nach ihren Winkeln und nach ihrer Symmetrie (rhomboedrisch) isomorph:

$\text{NH}_3\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \cdot 6 \text{HgCl}_2$, $\text{NH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl} \cdot 6 \text{HgCl}_2$ usw.; hier wirkt der gemeinsame schwere Bestandteil 6HgCl_2 überwiegend. Isomorphie und völlige Mischbarkeit von stellungsisomeren Körpern fand F. M. Jaeger 1904 bei 1–2–3–5–Tribromtoluol und 1–2–4–6–Tribromtoluol (monoklin).

Der französische Chemiker A. Laurent schlug in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts eine Erweiterung des Isomorphie-Begriffes vor, indem er gewisse verwandte organische Verbindungen von ähnlichen Kristallwinkeln, aber von verschiedener Symmetrie als „hemisomorph“ bezeichnete. So verglich er das monokline Naphthalintetrachlorid $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{Cl}_4$ mit dem von ihm für rhombisch gehaltenen, später aber von C. Hintze als ebenfalls monoklin erkannten Monochlornaphthalintetrachlorid $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{Cl}_5$ sowie das monokline Cupriazetat-Monohydrat (Grünspan) mit dem triklinen Cupributytrat-Monohydrat. Auf ähnliche, aber deutlichere Beziehungen machte Th. Hjortdahl, den Groth kürzlich als den Altmeister der chemischen Kristallographie bezeichnete, im Jahre 1865 aufmerksam, wobei er die Winkelähnlichkeit von Bittersalz ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, rhombisch) und Eisenvitriol ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, monoklin) anführte; an ersterem ist $(021) : (0\bar{2}1) = 97^\circ 36'$, an letzterem $(110) : (1\bar{1}0) = 97^\circ 48'$, an ersterem $(100) : (101) = 60^\circ 2'$ und an letzterem $(001) : (101) = 61^\circ 46'$. Diese Winkelähnlichkeit der beiden symmetrisch verschiedenen Sulfate, die Hjortdahl als „partielle Isomorphie“ (Laurents Hemisomorphie) bezeichnete, klärte sich jedoch später als Isodimorphie¹⁾ auf, indem zwei einander morphologisch ähnliche Kristallarten von Eisenvitriol, eine monokline „ α -Art“ und eine rhombische „ β -Art“, sowie analog eine rhombische β -Art und eine monokline α -Art von Bittersalz existieren, wobei die gleichnamigen Arten einander isomorph sind. Isodimorphie von diesem besonderen Charakter herrscht offenbar auch zwischen dem monoklinen Claudetit (As_2O_3) und dem rhombischen Valentinit (Sb_2O_3) sowie zwischen dem rhombischen $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($a = 0,9336$, $c = 0,9624$) und dem monoklinen $\text{NaH}_2\text{AsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($a = 1,1087$, $c = 1,1588$, $\beta = 92^\circ 22'$) und ist nicht auffallend, wenn man an die Winkelrelationen von α - und β -Kryolith, α - und β -Quarz u. a. denkt.

Schon im Jahre 1870 warf P. Groth gelegentlich des kristallographischen Studiums von Benzolabkömmlingen die Frage auf, wie sich die Kristallform irgendwelcher, besonders organischer Verbindungen bei Substitution eines H-Atoms durch OH, NO₂, Cl, Br, CH₃ ändere. Später erweiterte Groth das Problem und bezeichnete allgemein die durch eine partielle chemische Änderung einer Verbindung bewirkte morphologische Änderung ihrer

¹⁾ Die Kristallwinkel dieser und aller folgenden Fluoro- und Oxyfluoro-Salze findet man in Groth, Chemische Kristallographie, Bd. I. Leipzig 1906.

¹⁾ Als „isodimorph“ bezeichnet man zwei Substanzen, wenn jede von ihnen zwei verschiedene Kristallarten, sagen wir eine „ α -Art“ und eine „ β -Art“, zu bilden vermag und die beiden α -Arten miteinander isomorph sind und ebenso die beiden β -Arten.

Kristalle als Morphotropie. Hierbei sind naturgemäß nur solche Umgestaltungen von Interesse, bei denen eine Ähnlichkeit irgendwelcher Winkel der verschiedenen Kristallarten hervortritt. Wollte man dagegen z. B. hervorheben, daß beim Ersatz der beiden F-Atome des Flußspates (Ca F_2) durch ein Radikal CO_3 die reguläre Kristallart des Flußspates in die gänzlich abweichende rhomboedrische des Kalkspates (Ca CO_3) übergehe, so wäre das lediglich eine komplizierte Beschreibung eines nicht komplizierten Faktums. Es handelt sich also um Fälle, in denen sich eine Substitution unter Erhaltung oder Nicht-Erhaltung der Symmetrie im allgemeinen nur in gewissen Zonen¹⁾ wenig, in anderen Zonen sehr stark bemerkbar macht, während der Isomorphiebegriff eine Ähnlichkeit dreier und somit aller Zonen nebst identischer Symmetrie — und überdies beträchtliche Mischbarkeit — in sich schließt. Inwieweit sich die Erscheinungen der allgemeinsten Morphotropie als solche einer Isodimorphie der oben beschriebenen besonderen Art deuten lassen, kann nur von Fall zu Fall entweder durch den Nachweis von Dimorphie²⁾ eines von zwei morphotropen Körpern oder durch Realisierung von Mischkristallen entschieden werden; sind nämlich zwei morphotrope Kristalle merklich mischbar, so liegt entweder Isomorphie oder Isodimorphie vor. Umfassende systematische Untersuchungen sind in dieser Richtung noch nicht ausgeführt worden.

Im folgenden seien einige Fälle einer nicht zu Isomorphie führenden Morphotropie dargestellt.

1. Morphotrope Beziehungen bei identischer Symmetrie.

Name	Symmetrie	a	c	α	β	γ
Benzoësäure $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	monoklin	1,0511	4,2081	90°	$97^\circ 5'$	90°
Paranitrobenzoësäure $\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH}$	monoklin	2,5615	4,2314	90°	$96^\circ 38'$	90°
Orthonitrobenzoësäure $\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH}$	triklin	0,5364	0,3576	$131^\circ 11\frac{1}{2}'$	$109^\circ 37'$	$61^\circ 54\frac{1}{2}'$

Wie man sieht, sind die Werte c und β von Benzoësäure und p -Nitrobenzoësäure von einer Ähnlichkeit, wie sie selbst in ausgesprochenen Isomorphiefällen nicht immer erreicht wird; dagegen

1) Unter einer Zone versteht man Kristallflächen, deren Schnittkanten sämtlich einander parallel verlaufen; stehen zwei Kristalle in morphotroper Beziehung zu einander, d. h. unterscheiden sie sich chemisch nur hinsichtlich gewisser Atome, so werden entweder alle Flächenwinkel des einen Kristalles von denen des andern sehr verschieden sein oder aber die Winkel einer einzigen Zone in beiden Kristallen ähnlich ausfallen oder endlich die Winkel dreier und somit aller Zonen des einen Kristalles denen des andern vergleichbar sein.

2) „Dimorph“ heißt eine Substanz, wenn sie zwei verschiedene Kristallarten zu bilden vermag.

weichen die a -Werte ganz außerordentlich voneinander ab, falls man sie nicht künstlich durch gewagte Multiplikationen und Divisionen nähert — Operationen, an denen es in der Geschichte der Kristallographie leider nicht gefehlt hat. Die o -Nitrobenzoësäure verrät im Gegensatz zur Paraverbindung keinerlei morphologische Verwandtschaft mit der reinen Säure und das gleiche gilt von den drei bekannten Kristallarten der Meta-Verbindung. Wir kommen weiter unten hierauf zurück.

2. Morphotrope Beziehungen bei verschiedener Symmetrie.

Name	Symmetrie	a	c	α	β	γ
Carbamid $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	tetragonal	1	0,8333	90°	90°	90°
Methylcarbamid $\text{CONH}_2\text{NHCH}_3$	rhombisch	0,9904	1,2127	90°	90°	90°
a - a -Dimethylcarbamid $\text{CONH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$	monoklin	1,2095	1,7064	90°	$93^\circ 52\frac{1}{2}'$	90°

Hier zeigt sich trotz der Symmetrieabnahme, die mit der zunehmenden chemischen Komplikation — wie auch sonst öfters — Hand in Hand geht, eine deutliche morphologische Verwandtschaft in den Werten a und β bei allen drei Körpern, während die c -Werte in einem Maße differieren, wie wir es bei mischbaren, isomorphen Kristallarten nicht antreffen.

5. Topotropie.

Berechnen wir für diese morphotropen Kristalle aus den Dichten ρ die topischen Parameter, indem wir wie bei isomorphen Kristallarten analoge Strukturen voraussetzen, so ergibt sich:

Name	Symmetrie	ρ	χ	ψ	ω
Benzoësäure	monoklin	1,322	2,902	2,760	11,615
p -Nitrobenzoësäure	„	1,610	5,451	2,128	9,000
Carbamid	tetragonal	1,335	3,778	3,778	3,148
Methylcarbamid	rhombisch	1,204	3,676	3,713	4,502
a - a -Dimethylcarbamid	monoklin	1,255	3,920	3,241	5,531

Bei den Benzoessäuren fallen also nur die Parameter ω ähnlich aus, bei den Carbamiden nur die beiden Parameter χ und ψ .

Schließlich habe ich für Ammoniumjodid und Tetramethylammoniumjodid die topischen Parameter neu berechnet, wobei der pseudoreguläre Habitus der tetragonalen Kristallart für deren dem regulären NH_4J analoge Aufstellung maßgebend war.

Formel	Symmetrie	ϱ	a	c	χ	ψ	ω
NH_4J	regulär	2,501	1	1	3,870	3,870	3,870
$\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{J}$	tetragonal	1,835	1	1,0215	4,751	4,751	4,853

Hier sind zwar die topischen Parameter in beiden Fällen recht verschieden, jedoch entspricht der Gleichheit der drei Parameter des regulären NH_4J eine sehr annähernde Gleichheit derjenigen des tetragonalen $\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{J}$. Ein Vergleich obiger Parameter mit denen des tetragonalen $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{J}$ oder des rhombischen $\text{N}(\text{C}_3\text{H}_7)_4\text{J}$ erscheint zwecklos, da hier in Ermangelung deutlicher morphologischer Beziehungen die notwendige analoge Aufstellung der verschiedenen Kristallarten nicht bewerkstelligt werden kann. Sollte in einem derartigen Falle eine ganz *willkürliche* Aufstellung zweier Kristallarten eine *Ähnlichkeit* der topischen Parameter ergeben, so würden wir das einem Zufall, d. h. Faktoren zuschreiben, die außerhalb des uns augenblicklich interessierenden Kausalbereiches liegen.

Bedeutet *Morphotropie* die durch chemische Substitution bewirkte Änderung der *morphologischen* Konstanten $a, c, \alpha, \beta, \gamma$ einer Kristallart, so bezeichne ich die der Morphotropie zugrunde liegende Veränderung der *Struktur- und der Gitterkonstanten*, sowie der topischen Parameter als „*Topotropie*“¹⁾. Beide Tropien wurden von Groth u. a. an einer nicht unerheblichen Anzahl von Verbindungen und Substitutionen studiert; den Übergang vom Morphotropie-Studium zum Topotropie-Studium haben die *Becke-Muthmannschen topischen Parameter* ermöglicht.

Für *solche* morphotropen Paare, welche die Merkmale der Isomorphie an sich tragen und somit den als Isomorphie bezeichneten Spezialfall der Morphotropie darstellen, kann infolge der großen Ähnlichkeit aller Zonen die zur Berechnung der topischen Parameter nötige „*analoge Aufstellung*“ leicht gefunden werden; das gilt auch für solche morphotropen Paare, die zwar von verschiedener²⁾ Symmetrie und daher nicht als isomorph zu bezeichnen sind, jedoch trotzdem eine auffallende Ähnlichkeit in allen Winkeln aufweisen. Dagegen zeigt bei morphotropen Paaren *allermeinst* Art nur ein Teil der Winkel beider Kristalle deutliche Ähnlichkeit. Betrachtet man in diesen Fällen die Strukturen nicht nur in der ähnlichen Zone, sondern überhaupt als analog und sucht analoge topische Parameter zu ermitteln, so steht man vor der Schwierigkeit, die analoge Aufstellung beider Kristalle zu finden. Gewöhnlich wird dann zur Ermittlung analoger Kon-

stanten $a, c, \alpha, \beta, \gamma$ ein Durchschnittshabitus für jede der beiden Kristallarten aus besonders häufigen, großen und ausgezeichneten Kristallflächen konstruiert. Jedoch dürften die *hierbei* gewonnenen morphologischen Konstanten beider Kristallarten wohl *selten sämtlich strukturell analog* ausfallen. Nun bedarf man aber zur Berechnung *jedes* topischen Parameters *sämtlicher* morphologischen Konstanten. Hat man daher irgendein Konstantenpaar a_1, a_2 oder c_1, c_2 oder α_1, α_2 usw. *nicht* analog gewählt, so muß im allgemeinen dieses eine falsch gewählte Paar *sämtliche* Verhältnisse $\frac{\chi_1}{\chi_2}, \frac{\psi_1}{\psi_2}, \frac{\omega_1}{\omega_2}$ der topischen Parameter fälschen, d. h.

keines dieser Längenverhältnisse topischer Parameter ist gleich dem Längenverhältnis der ihnen parallelen Gitterparameter. Das mag auch für die obigen Parameter der Benzoesäure und *p*-Nitrobenzoesäure sowie der alkylierten Carbamide gelten. Topotropie und ihre Gesetze wird man daher nur an den morphologischen Konstanten *solcher* Kristallarten zuverlässig feststellen können, die entweder isomorph oder trotz verschiedener Symmetrie doch in *allen* Zonen sehr ähnlich sind. Das letztere trifft offenbar für das oben angeführte Paar Ammoniumjodid und Tetramethylammoniumjodid zu.

Liefern die Verhältnisse $\frac{\chi_1}{\chi_2}, \frac{\psi_1}{\psi_2}, \frac{\omega_1}{\omega_2}$ der topischen Parameter zweier Kristallarten nur *relative* Werte der topotropen Wirkungen einer chemischen Substitution, so ergibt die *röntgenometrische* Feststellung der beiden Strukturen offenbar den *absoluten* Betrag der Topotropie. Hat man für zwei Körper die analogen topischen Parameter χ_1, ψ_1, ω_1 und χ_2, ψ_2, ω_2 zu finden vermocht, so genügt die röntgenometrische Ermittlung nur *einer* von beiden Strukturen; sind nämlich $\chi'_1, \psi'_1, \omega'_1$ die zu χ_1, ψ_1, ω_1 parallelen Gitterparameter der ermittelten Struktur, so erhält man die zu χ_2, ψ_2, ω_2 parallelen Parameter $\chi'_2, \psi'_2, \omega'_2$ der anderen Struktur aus

$$\chi'_2 = \frac{\chi_2 \chi'_1}{\chi_1}, \psi'_2 = \frac{\psi_2 \psi'_1}{\psi_1}, \omega'_2 = \frac{\omega_2 \omega'_1}{\omega_1}.$$

Die folgende Tabelle betrifft die regulären, isomorphen Halogenide der Kaliumreihe; der Gitterparameter χ' bedeutet die Kantenlänge des flächenzentrierten Würfels und ist für die Kaliumhalogenide röntgenometrisch, für die übrigen Salze mittels obiger 3 Gleichungen aus den Dichten ϱ erhalten worden.

Chem. Formel	KCl	KBr	KJ	RbCl	RbBr	RbJ	CsCl	CsBr	CsJ
ϱ	1,995	2,754	3,134	2,806	3,356	3,564	3,994	4,452	4,539
$\chi' \times 10^8$ cm	6,27	6,59	7,05	6,57	6,88	7,33	6,53	6,81	7,23

Bildet man die Quotienten aus je zweien dieser χ' -Werte und subtrahiert von diesen Quotienten

¹⁾ Topotropie = Ortsänderung sc. der Atome.

²⁾ Verschiedene Symmetrie besitzen zwei Kristalle, wenn sie nicht beide mit den gleichen Symmetrieelementen behaftet sind und daher zwei verschiedenen Symmetrieklassen angehören; es existieren im Ganzen 32 verschiedene Kristall-Symmetrieklassen (vgl. S. 482 Anm. 1).

Eins, so erhält man die oben als *R-Werte* bezeichneten Maßstäbe für den topotropen Effekt.

6. Schluß.

Groth hat aus den morphotropen und topotropen Wirkungen einer Substitution zuweilen Schlüsse auf die Anordnung der Atome in dem eingeführten Radikal und auf dessen Orientierung in der übrigen Molekel und im Kristall gezogen. Da z. B. beim Eintritt von vier Methylgruppen in das reguläre Jodammonium (s. oben) eine der vierzähligen Drehungsachsen eine stärkere Vergrößerung ihres topischen Parameters, also eine stärkere Dehnung erfährt als die beiden andern vierzähligen Achsen, so würden wohl nach Groth die Atome der Methylgruppen jedenfalls nicht in Basis-ebenen des tetragonalen Tetramethyljodids liegen, weil sonst eine Querdehnung statt der Längsdilatation zu erwarten wäre. Ähnlich hat Groth aus der morphotropen Beziehung der Benzoësäure zur *p*-Nitrobenzoësäure (s. oben) im Gegensatz zur *m*- und *o*-Nitrobenzoësäure auf die chemisch bereits konstatierte Para-Stellung jener Nitro-Säure geschlossen, denn ihre Kristalle zeigen bei z. T. ähnlichen Winkeln die gleiche (monokline) Symmetrie wie diejenigen der Benzoësäure, wie nach den Konstitutionsformeln auch die Molekel der Paraverbindung im Gegensatz zu Ortho- und Meta-Stellung dieselbe Symmetrie wie die Benzoësäure-Molekel aufweist.

Die (rhombischen) Kristallarten der zyklisch gebauten Anhydride von Bernsteinsäure und von Maleinsäure zeigen auffallend ähnliche topische Parameter, was für die beiden Säure-Hydrate, die keine Ringschließung besitzen, nicht zutrifft; Groth folgert hieraus, daß die ringförmigen Molekeln jener Anhydride als solche in deren Kristallstruktur eintreten und dadurch die topotrope Beziehung hervorgebracht wird.

So mögen Betrachtungen über Morphotropie und Topotropie vielleicht imstande sein, Fingerzeige bei röntgenometrischen Auswertungen wie bei chemischen Synthesen zu geben.

Submikroskopische Experimentalphysik.¹⁾

(Bericht über die Ehrenhaftschen Arbeiten aus der Physik des Millionstel-Zentimeters.)

Von Dr. D. Konstantinowsky, Wien.

(Schluß.)

V. Die Optik.

§ 23. Der Ehrenhaftsche Probekörper im Spiele der Lichtwellen. — Wie kehren nun wieder zu den Ehrenhaftschen Experimenten zurück. Eines der interessantesten Gebiete der Physik des Millionstel-Zentimeters bildet das der optischen Erscheinungen. Bekanntlich sind unsere Gesichtorgane imstande, die Wellenlängen elektromagnetischer Schwingungen, soweit diese uns als Lichtschwingungen überhaupt wahrnehmbar wer-

den, ziemlich genau von einander zu unterscheiden. Wir bezeichnen den Eindruck eines Körpers, der Schwingungen von kleiner Wellenlänge aussendet, als „blau“; größere Wellenlängen werden als „grün“, noch längere Wellen als „gelb“, „orange“ und „rot“ empfunden. Was wir als „weiß“ registrieren, stellt den summarischen Eindruck eines Gemisches der verschiedenen Strahlengattungen dar. Aber auch das Fehlen bestimmter Wellenlängen registrieren wir unter den verschiedenen Bezeichnungen der Mischfarben.

Im weißen Bogenlampenlichtstrahle, mit dem die Kügelchen sichtbar gemacht werden, sind alle sichtbaren Wellenlängen vertreten; die unsichtbaren kürzesten und längsten werden durch die Linsen der Beleuchtungsanordnung und durch die in den Gang der Strahlen gebrachte Wasserkühlung verschluckt, bevor sie in den Meßraum gelangen können. Fällt der Bogenlampenstrahl auf eine Silberplatte, so werden die Schwingungen sämtlicher Wellenlängen durch die bekannte Erscheinung der Reflexion nahezu vollständig und in eine einzige Richtung abgelenkt. Die Erscheinung wird eine wesentlich andere, wenn die Strahlen statt auf den Silberspiegel einer Platte auf die Oberfläche eines Silberkügelchens fallen, das, wie die Ehrenhaftschen, selbst nur mehr von der Größe der Wellenlänge der auffallenden Lichtstrahlen ist.

Theoretische Überlegungen lassen erwarten, daß das im Gase suspendierte Ehrenhaftsche Probekörperchen ein parteiischer Wegweiser für die auf dasselbe zuströmenden verschiedenen Wellenbewegungen (Farben) ist. Es hindert, je nach seiner Größe und optischen Beschaffenheit (Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichtwellen im Teilchen und Fähigkeit, dieselben zu verschlucken, welche Eigenschaften der Materie im sogenannten komplexen Brechungsexponenten zusammengefaßt werden) ganz gewisse Wellenarten an ihrer geradlinigen Fortpflanzung und wirft sie zum großen Teile aus ihrer Richtung, so daß sie auch in das senkrecht zum Strahlengange justierte Beobachtungsmikroskop gelangen; andere werden weniger stark aus ihrer Bahn abgelenkt, manche fast gar nicht. Dem Auge des Beobachters müssen je nach der Größe des Kügelchens die einen oder die anderen an ihm zerschellten Wellenlängen mehr sichtbar werden, die Kügelchen daher je nach ihrer Größe verschieden gefärbt erscheinen. Tatsächlich ergibt die Beobachtung im Mikroskope, daß die kleinen und daher langsam fallenden Kügelchen in auffallend schönen und charakteristischen Farben erstrahlen.

Fig. 11 zeigt die theoretisch errechneten Intensitäten der in das Mikroskop gelangenden Ausstrahlungen an einigen Beispielen von Silberkügelchen verschiedener Größe, wie sie sich aus den auf Grund der Maxwell'schen Theorie von G. Mie entwickelten Formeln ergeben; der Gesamteindruck unseres Gesichtssinnes bei der Betrachtung eines beleuchteten Kügelchens, die

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift Heft 29, 30 und 32.

Farbe des Silberteilechens, läßt sich daran voraussagen; eine Silberkugel vom Radius $7,5-9,10^{-6}$ cm wird vornehmlich die Welle $\lambda = 5,8 \cdot 10^{-5}$ cm bis $5,9 \cdot 10^{-5}$ cm ins Mikroskop lenken, also gelb erscheinen, eine Kugel vom Halbmesser $6,5-7 \cdot 10^{-6}$ cm grün usw.

In Übereinstimmung damit erweist ein Blick in das Mikroskop, daß die Farbe der Kügelchen umso mehr von kürzeren Wellenlängen herrührt, je langsamer sie herabfallen, d. h. je kleiner sie sind. Violette Kügelchen fallen langsamer als blaue oder grüne, diese wieder langsamer als gelbe oder rote.

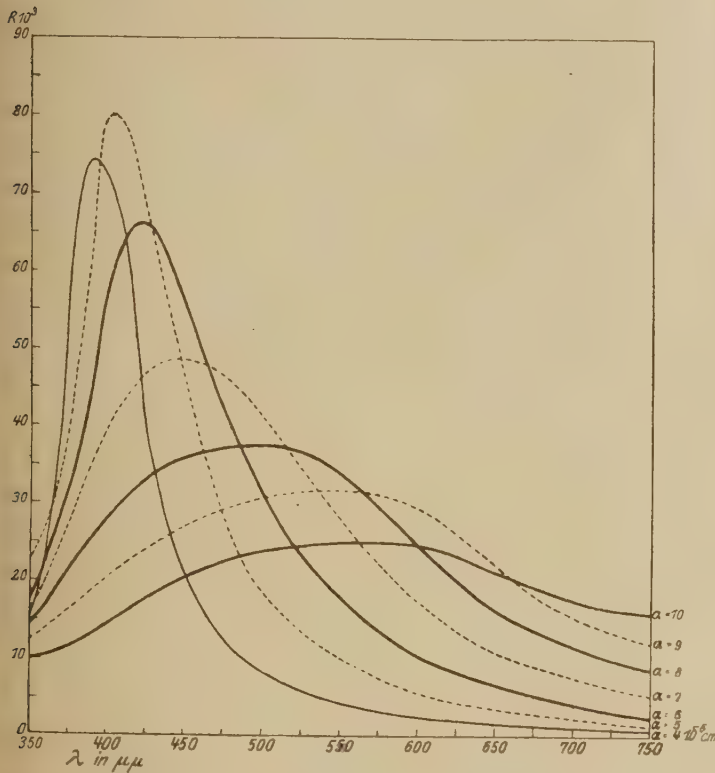


Fig. 11. Ausstrahlung von Silberkügelchen.

§ 24. Kontrolleichung des Meßinstrumentes. — Man könnte aber auch umgekehrt aus der Farbe des Kügelchens im Mikroskop, also auf rein optischer Grundlage die Größe des Kügelchens angeben und damit eine Kontrolleichung des durch die Fallbeobachtung geeichten Ehrenhaftschen Meßinstrumentes anstreben, ein Gedanke, den Ehrenhaft auch ausgeführt hat. Durch die genaue Beobachtung der „farbigen“ Kügelchen ergibt sich z. B. an Silberkörperchen ein neuer Zusammenhang zwischen Fallgeschwindigkeit und Größe, der durch die mit * bezeichneten Punkte in die Fig. 12 aufgenommen ist. Bedenkt man, daß es sich um die Messung der Dimensionen von Kügelchen handelt, in deren Durchmesser nur wenig mehr als 100 Materiebausteine aneinandergereiht sein müßten und die noch bis zu etwa einer Million mal weniger wiegen als die geringste Natriummenge, welche unsere empfindlichste Me-

thode, die Spektralanalyse, nachzuweisen gestattet, so kann man die an den verschiedensten Materialien, z. B. Gold, Quecksilber, Schwefel usw. gefundene glänzende Übereinstimmung der beiden Eichmethoden erst entsprechend würdigen.

Sie beweist die Richtigkeit des Reibungswiderstandsgesetzes und rechtfertigt die zur Anwendung desselben notwendig gewesene Annahme, daß es sich um Kügelchen vom spezifischen Gewichte der verwendeten Edelmetallelektroden handelt. Ist die Möglichkeit der Ermittlung solch kleiner Radien und der von ganz anderen Gesichtspunkten herrührenden Bestätigung ihrer

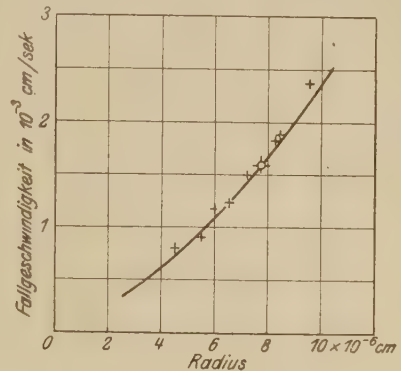


Fig. 12.

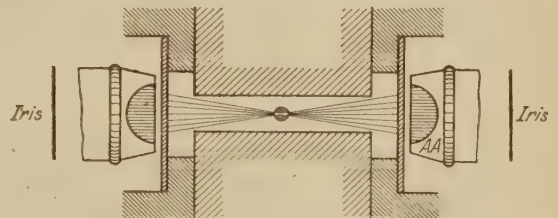


Fig. 13.

Richtigkeit auf einige Prozent an und für sich erstaunlich, so ist es überraschend, daß Ehrenhaft noch eine dritte kontrollierende Meßmethode finden konnte, die wieder auf neuen und von den vorigen unabhängigen Grundlagen aufgebaut ist. Nach dieser — erst später zu erörternden — Methode läßt sich bloß ein Punkt der Radius-Geschwindigkeitskurve festlegen; er ist in die Fig. 12 durch \diamond aufgenommen.

Die Ehrenhaftsche Beobachtungsanordnung stellt also in gewissem Sinne die Fortsetzung der mikroskopischen Größenbestimmung in jene Gebiete dar, welche nach den Lehren der Beugungstheorie für die gewöhnliche Mikroskopie nicht mehr erreichbar sind.

§ 26. Vergleich mit den optischen Erfahrungen am molaren Körper. — Für das optische Verhalten der Körperchen sind, wenigstens für eine gewisse Größenordnung unter ihnen, nicht mehr

die Reflexions-, Brechungs- und Absorptionsgesetze der großen, molaren Körper unserer Erfahrung allein maßgebend. Vielmehr machen sich zufolge der bereits mit den Wellenlängen des Lichtes vergleichbaren Größe der Probekörper die Erscheinungen der Beugung geltend. Verhältnisse, die wir an molaren Körpern durch mühsame und subtile Bearbeitung ihrer Oberflächen künstlich herbeiführen (Spalte, Gitter, Stufengitter usw.), treten als Folgeerscheinung der Kleinheit der untersuchten Materie von selbst auf. Auf ähnliche Ursachen werden die Farbenercheinungen zurückgeführt, die gleichfalls von Natur aus auf den Oberflächen der Körper entstehen.

VI. Thermodynamik.

§ 27. *Die Brownsche Bewegung.* — Nach den Anschauungen, welche uns die kinetische Gastheorie von dem Zustande eines Gases bietet, haben wir uns bekanntlich dessen Moleküle in stetiger, wirr durcheinander gerichteter Bewegung vorzustellen.

Wie kommt es nun, daß ein im Gase aufgehängter Körper, z. B. die Kugel eines Fadenpendels, trotz der ständig auf sie treffenden Moleküle des umgebenden Gases nicht die geringste Bewegung zeigt? Es läßt sich berechnen, daß, um die Kugel auch nur ein gerade meßbar kleines Stück nach z. B. links zu bewegen, eine ungemein große Zahl von Molekülen mehr von rechts als von links auf sie gestoßen haben müßte, ein Ereignis, das nach den Lehren der kinetischen Gastheorie eine so verschwindend geringe Wahrscheinlichkeit für sich hat, daß es praktisch niemals beobachtet werden kann. Die der Pendelkugel erteilten Bewegungsimpulse werden sich für unsere Beobachtungsmöglichkeiten immer aufheben. Je kleiner aber die Kugel gedacht wird, je mehr sie sich den Molekülen nähert, desto weniger unwahrscheinlich wird es, daß durch die in einem kleinen Zeitraume erfolgten Stöße ein Zufallsüberschuß nach der einen Richtung übrigbleibt, der die Kugel in für uns sichtbar zu machender Weise vom Platze rückt.

Wie aus den grundlegenden Theorien *Einsteins* und *v. Smoluchowskis* hervorgeht, müssen Kügelchen von der Größe unserer Probekörperchen derartigen im Mikroskope deutlich wahrnehmbaren Bewegungen unterworfen sein. Die Beobachtung kleiner Kügelchen zeigt, daß dieselben nicht völlig gerade und senkrecht herabfallen, sondern daß dieser Fallbewegung eine stoßartige, zitternde und unregelmäßige Bewegung überlagert ist.

Die nach ihrem Entdecker *Brownsche Bewegung* genannte Erscheinung war an kleinen in Flüssigkeiten suspendierten Teilchen schon lange bekannt, wurde in Gasen aber erst durch *Ehrenhaft* ihrer Messung zugeführt. Wir beobachten in ihr die Wirkungen der Wärmebewegung der Moleküle des umgebenden Gases auf unser Kügelchen; den thermodynamisch interessanten Vorgang des statistischen Temperatenausgleiches des Par-

tikels mit seiner Umgebung. Die Erscheinung der Brownschen Bewegung gibt uns also einen wesentlichen Zug der Thermodynamik des Kügelchens.

Die zackige Bahn der Bewegung scheint umso komplizierter, je stärker die Vergrößerung des Mikroskops ist. Offenbar beobachtet man im Mikroskope nicht die in alle Einzelheiten aufgelöste Bewegung, sondern bereits eine aus sehr vielen kleinen Wegstrecken zusammengesetzte Resultierende einer in Wahrheit sehr komplizierten Bahn. Steht das Kügelchen unter dem Einflusse einer konstanten Kraft, so vollführt es eben neben dieser zitternden Bewegung noch die der Kraftwirkung entsprechende gleichförmige Bewegung in diese Krafrichtung. Durch die Molekülstöße wird das Kügelchen wohl einmal zufälligerweise rascher, ein andermal langsamer gefallen sein; die Rechnung zeigt jedoch, daß falls die von den Stößen verursachten Störungen tatsächlich zufällige gewesen sind, das Mittel sehr vieler Fallzeiten über die gleiche Strecke identisch mit der Fallzeit ist, die das Kügelchen ohne Störung durch die Brownsche Bewegung gebraucht hätte. Aus der Theorie der Brownschen Bewegung läßt sich nun gleichfalls die Beweglichkeit (vgl. § 7) eines Kügelchens errechnen. Die Beobachtungen im elektrischen Felde führen so zum Produkte Loschmidtsche Zahl in die Ladung des Probekörperchens. (Vgl. § 21.) Wenn es einheitliche Elektronen gäbe, so müßte dieses Produkt jedesmal mit dem Faraday der Elektrolyse oder mit seinen Vielfachen übereinstimmen. Das ist aber nicht der Fall, denn es werden Werte gefunden, welche von seinen Vielfachen abweichen und insbesondere auch solche, die kleiner als das Faraday sind. Also auch dieser Weg führt zum Schlusse, daß, wenn ein Elektron existiert, es kleiner sein muß als das von der Theorie bisher postulierte.

Aus den beobachteten Abweichungen von den mittleren Zeiten läßt sich ferner schließen, daß der Charakter der Brownschen Bewegung der einer ungeordneten Bewegung ist, d. h. die verschiedenen Fallzeiten so verteilt sind, wie es die zufälligen Zusammenstöße des Teilchens mit den Gasmolekeln bedingen. Bemerkenswert ist, daß auch die Untersuchung des Brownschen Phänomens an Bazillen durch *K. Przibram* ergab, daß ihre Bewegung den Gesetzen des Zufalles gehorcht.

VII. Die Strahlung.

§ 28. *Photophorese.* — Schon im Jahre 1910 machte *Ehrenhaft* die Beobachtung, daß er unter seinen Probekörperchen Kugeln finden konnte, „die ruhig in vertikaler Bahn herabfielen, nur dann, wenn sie in die intensivste Spitze des Lichtkegels kamen, manchmal ein Stückchen auffallend rasch in horizontaler Richtung fortgetragen wurden und wenn sie diesen intensivsten Teil verlassen hatten, wieder vertikal nach abwärts fielen.“ Um die offenbar vom Lichtstrahle herrührende Wirkung, welche *Ehrenhaft Photophorese* nennt,

zu steigern, ersetzte er das beleuchtende Objektiv durch ein solches von hoher Apertur (Apertur 0,3; Äquivalentbrennweite 17 mm), so daß der Lichtstrahl zwar nur mehr einen Querschnitt von $\frac{1}{10}$ mm Durchmesser hatte, die mittlere Energiedichte im engsten Teile des Strahles jedoch 300 mal größer als die der unkonzentrierten Sonnenstrahlung ist. Um ein in Beobachtung genommenes Teilchen durch die Seitwärtsbewegung im Strahle nicht aus dem Gesichtsfelde, aus der Gewalt zu verlieren, wurde eine analoge Beleuchtungsanordnung auch von der anderen Seite eingerichtet, so zwar daß durch zwei photographische Momentverschlüsse der von rechts, der von links kommende oder auch beide Strahlen zur Beobachtung des Probekörpers freigegeben werden konnten.

§ 29. *Lichtpositive und lichtnegative Materie.* — Die Probekörperchen verschiedenen Materiales zeigten nun im Lichtfelde verschiedenes Verhalten. Es gibt Kügelchen, wie z. B. aus Gold, Silber, Quecksilber usw., die in die Richtung der Fortpflanzung der Lichtstrahlen, also von der Lichtquelle weg, und solche, wie z. B. aus Jod, Schwefel, Salpetersäure usw., die entgegen, also auf die Lichtquelle zu fortgetragen werden. Daneben konnte man an manchen Materialteilchen keine Beeinflussung durch das Licht beobachten. *Ehrenhaft* nennt die erste Art von Materie, die gleichsam von der Lichtquelle abgestoßen wird, *lichtpositiv*, die zweite und dritte entsprechend *lichtnegativ* und *lichtneutral*.

§ 30. *Über den Ursprung der Kräfte des Lichtes.* — Wir wissen aus der Mechanik unserer Größenordnung, daß die Bewegung in eine bestimmte Richtung stets nur die Folge einer Kraftwirkung in diese Richtung gewesen sein kann. Welches ist also die Ursache der uns hier entgegentretenden Kraft? Sind es durch den Lichtstrahl im Gase hervorgerufene Strömungserscheinungen? Haben die Erscheinungen vielleicht in einer eventuellen elektrischen Ladung des Probekörpers ihre Ursache? Wird die — offenbar vom Lichtstrahl stammende — Energie durch die Strahlung direkt oder durch Vermittlung des das Partikel umgebenden Gases in Bewegungsenergie des Kügelchens umgesetzt? Wäre die beobachtete Kraftwirkung auch dann vorhanden, wenn keine Gas-moleküle das Kügelchen umschwirren würden? *Ehrenhaft* formuliert die Fragestellung dahin, daß er die Kräfte, welche das Licht auf die Materie ohne vermittelnde Wirkung durch dessen materielle Umgebung ausübt, Kräfte „erster Art“, alle übrigen denkbaren Kräfte „zweiter Art“ nennt und zu unterscheiden versucht, wieviel von den einen und wieviel von den anderen zur Bewegung der Kügelchen beigetragen wird.

Zunächst zeigt sich, daß ein in den Strahlengang gebrachter, mit einer CuSO_4 -Lösung gefüllter Trog, der einen großen Teil der im Bogenlampenstrahle vertretenen Lichtwellen, darunter insbesondere die längeren (Wärme-) Wellen absorbiert, die Erscheinung nur so weit beeinflusst, als

es der geschwächte Energieinhalt des Strahlenkegels erwarten läßt; das Charakteristische der Erscheinung, insbesondere die Scheidung der Körper in die drei Gruppen bleibt gewahrt, woraus geschlossen werden kann, daß es sich wahrscheinlich nicht um eine Wärmebewegung im umgebenden Gase handelt. Bringt *Ehrenhaft* eine Mischung von lichtpositiven und lichtnegativen Probekügelchen in den Beobachtungsraum, so bewegen sie sich im Lichtstrahle gegen einander: die einen werden vom Lichte angezogen, die anderen abgestoßen. Es kann die Bewegung also auch nicht auf einer durch den Strahl hervorgerufenen Strömungsbewegung des Gases fußen. Einen interessanten Spezialfall dieser Erscheinung bieten Selen, Tellur, Arsenteilchen usw.; beim Verdampfen entstehen offenbar verschiedene Modifikationen des Präparates, die im Lichtstrahle entmischt werden.

Um den Einfluß der Ladung auf die Bewegung zu studieren, wird ein zunächst ungeladenes, z. B. lichtpositives Probekörperchen in den Lichtkegel gebracht und seine photophoretische Geschwindigkeit durch Abstoppen der Zeit, während welcher es vom Lichtstrahle über eine gewisse Strecke fortgeschoben wird, ermittelt. Wird das Kügelchen durch Bestrahlen mit einem Radiumpräparat in einen elektrisch geladenen Zustand versetzt, so kann es durch Heben im elektrischen Felde und Seitwärtsbewegen mit Hilfe der beiden Lichtstrahlen wieder an die gleiche Stelle des Lichtkegels wie vorhin dirigiert werden. Die neuerliche Messung zeigt, daß die vom Lichte erteilte Geschwindigkeit und mithin die photophoretische Kraft von seinem elektrischen Ladungszustande unabhängig ist.

Daraus läßt sich zunächst gleich folgern, daß die photophoretischen Erscheinungen ebenso gut an ungeladenen wie auch an elektrisch geladenen Probekörpern untersucht werden können, was insofern von Wichtigkeit ist, als z. B. die eventuell störende Fallbewegung (größerer) Kügelchen durch ein entsprechend großes und entgegengesetztes elektrisches Feld sistiert werden kann.

§ 31. *Die direkte Umwandlung von strahlender Energie in Bewegungsenergie.* — Um schließlich noch andere, unbekannte Einflüsse des Gases untersuchen zu können, wurden die photophoretischen Geschwindigkeiten, z. B. eines und desselben Silberkügelchens beobachtet, wenn das Gas im Beobachtungsraum auf die verschiedensten Drucke (von 760 mm bis herab zu 55 mm Hg) ausgepumpt wurde; statt eines und desselben Kügelchens konnten und wurden in vielen Fällen verschiedene Kügelchen, aber von gleicher Größe genommen, die nach der optischen Größenbestimmung (§ 24) an den gleichen von ihnen ausgestrahlten Farben leicht zu erkennen sind. Wie Tabelle 1 erkennen läßt, werden die erreichten Geschwindigkeiten umso größer, je niedriger der Gasdruck ist; da aber auch der Reibungswiderstand umso kleiner, die Beweglichkeit B umso

Tabelle 1.

	Gasdruck in mm Hg	Photophoretische Geschwindigkeit in 10^{-3} cm/sec	Beweglichkeit in 10^{-7}	Photophoretische Kraft $\left(\frac{v}{B}\right)$ 10^{-10} Dyn.
Schwefelkugel $19 \cdot 10^{-6}$ cm Radius	760	1,70	1,77	0,96
	496	1,97	2,10	0,94
	354	2,23	2,40	0,93
	143	3,93	4,20	0,94
	55	8,08	8,90	0,91
Schwefelkugel $9 \cdot 10^{-6}$ cm Radius	760	0,60	4,79	0,13
	496	0,80	6,48	0,12
	354	0,98	7,98	0,12
	143	1,57	13,27	0,12
	55	4,09	34,25	0,12
Silberkugel $9 \cdot 10^{-6}$ cm Radius	760	7,92	7,60	1,03
	550	8,57	8,90	0,95
	400	10,44	10,80	0,94
	320	12,05	12,60	0,90
	220	17,60	16,60	0,96
	100	35,75	32,10	0,91

größer wird, je höher die Gasverdünnung getrieben wird, d. h. je größer die den Dimensionen der Kügelchen bereits vergleichbaren mittleren Weglängen werden, welche ein Gasmolekül ohne Zusammenstoß mit einem zweiten durchläuft, ist die photophoretische Kraft für den Druck $p = p_0$

durch den Quotienten $K = \left(\frac{v}{B}\right)_{p=p_0}$ gegeben; sollten Kräfte im Spiele gewesen sein, welche auf indirekte Einwirkungen des das Partikel umgebenden Gases ganz oder zum Teile zurückzuführen sind, so müßte sich dies in einer Veränderung von K mit der Variation des Gasdruckes offenbaren. Die ausgezeichnete Konstanz der photophoretischen Kraft K in Tabelle 1, Spalte 5 schließt jede Teilnahme des Gases an der Erscheinung aus: die von *Ehrenhaft* konstatierten Bewegungen würden im luftleeren Raume ebenfalls vorhanden sein, sie stellen die direkte Umwandlung von strahlender Energie in Bewegung, die photophoretischen Kräfte reine Kraftwirkungen des Lichtes auf die Materie dar.

Kräfte, die vom Lichte auf die Materie ausgeübt werden, wurden schon von *Fresnel* am Anfang des 19. Jahrhunderts vermutet; *Maxwell* konnte sie aus seiner elektromagnetischen Lichttheorie voraussagen. *Lebedew* wies sie an — im Vergleiche zu den *Ehrenhaft'schen* Probekörperchen großen — Platinplättchen durch Torsionswagen nach. Die messende Verfolgung des direkten Umsatzes von Lichtenergie in solche der progressiven Bewegung eines einzelnen Körperchens und vor allem die Entdeckung der dem Lichtdrucke entgegengesetzten Erscheinung an der lichtnegativen Materie geht auf *Ehrenhaft* zurück.

§ 32. Experimentelle Nachahmung *Arrhenius'scher* Kometenschweifteilchen. — Die fundamentale Wichtigkeit, welche derartigen Kräften für

die kosmische Physik zukommt, hat der schwedische Forscher *Svante Arrhenius* ausgesprochen. Die den Astronomen seit langem bekannte Tatsache, daß die Schweife gewisser Kometen der Sonne stets abgewendet sind, konnte aus der die Bewegung der Sterne so restlos beschreibenden Newtonschen Mechanik nicht erklärt werden. *Arrhenius* nimmt an, daß die Druckkräfte des von der Sonne ausgestrahlten Lichtes den aus vielen kleinen Staubeilchen zusammengesetzt gedachten Schweif des Kometen von der Sonne wegstoßen, während der massive Kern des Kometen durch Gravitationskräfte angezogen wird, woraus sich die eigentümliche Stellung des Kometen zwanglos erklären ließ.

Während nun die Theorie des Lichtes nur einen Lichtdruck abzuleiten vermag (entsprechend den lichtpositiven Kügelchen *Ehrenhaft's*) gibt es (den lichtnegativen Probekörpern *Ehrenhaft's* analog) in der Natur auch Kometen, deren Schweife in einer Stellung zur Sonne gekehrt sind, die sich aus Gravitationskräften allein nicht erklären ließe (den lichtnegativen Probekörpern *Ehrenhaft's* analog).

Mit Hilfe seines Meßinstrumentes ist nun *Ehrenhaft* im Stande, an irdischen Körpern ein im Spiele der Lichtdruck- (oder Lichtzug-) kräfte befindliches *Arrhenius'sches* Kometenschweifteilchen zu demonstrieren; wollte man nämlich die auf ein Probekörperchen einwirkenden Lichtdruckkräfte auf die statische Methode durch Vergleich mit den Gravitationskräften, dem Gewichte des Kügelchens, messen, so müssen die diesmal von unten (bzw. von oben) vertikal einfallenden Lichtstrahlen so lange abgeschwächt werden, bis Licht- und Gravitationskräfte einander das Gleichgewicht halten: das *Ehrenhaft'sche* Probekügelchen schwebt dann dem *Arrhenius'schen* Staubeilchen vollkommen analog im Raume.

§ 33. Zweite Kontrolleleichung des *Ehrenhaft'schen* Meßinstrumentes. — Da die Masse des Kügelchens mit kleiner werdendem Radius nach der 3. Potenz, die auf die Oberfläche des Kügelchens treffende Energie nur nach der 2., also weniger rasch abnimmt, sollte man erwarten, daß die photophoretischen Kräfte im Lichtstrahle umso wirksamer sein werden, je kleiner das beobachtete Kügelchen ist. Tatsächlich ist dies aber, wie *Schwarzschild* und *Debye* auf ziemlich kompliziertem Wege berechnet haben, nur so lange der Fall, als es sich um Kügelchen handelt, die gegen die Wellen des einfallenden Lichtes sehr groß sind. Bei kleineren treten Wirkungen auf, die mit der Beugung und Absorption des Lichtes durch das Kügelchen zusammenhängen und bei deren Berücksichtigung das für uns interessante Ergebnis gefunden wurde, daß bei Kügelchen ein und desselben Materiales eine ganz bestimmte Größe, z. B. Silberkügelchen von $9,8 \cdot 10^{-6}$ cm Radius, ein Maximum des Lichtdruckes erfahren müßte. Tabelle 2 enthält in der ersten Spalte die Fallgeschwindigkeiten von Silberkügelchen verschiedener Größe, die in einem weniger hell erleuchteten

Tabelle 2.

Fallgeschwindigkeit in 10^{-3} cm/sec	Radius aus Widerstandsgesetz in 10^{-6} cm	Photophoretische Geschwindigkeit in 10^{-5} cm/sec	Beweglichkeit in 10^{-7}	Photophoretische Kraft in 10^{-12} Dyn.
1,23	6,45	2,11	10,65	19,8
1,47	7,28	4,67	8,83	52,9
1,57	7,60	4,82	8,28	61,8
1,69	8,00	11,24	7,66	146,6
1,99	8,91	11,73	6,51	180,0
2,32	9,86	18,15	5,62	323,0
2,33	10,04	11,68	5,47	213,8
2,39	10,09	12,55	5,46	229,8
3,32	12,38	7,33	4,06	180,6
3,86	13,50	7,08	3,57	189,3

Teile des Gesichtsfeldes (breiter Teil des Lichtkegels) ohne Störung durch Lichtdruckwirkungen gemessen wurden; aus der zweiten Spalte sind die daraus errechneten Radien zu entnehmen. Wurde nun jedes der Probekügelchen in denselben Teil des hellen Lichtstrahles (engste Einschnürung) gebracht, so konnten aus den konstatierten photophoretischen Geschwindigkeiten (Spalte 3) die in Spalte 5 angegebenen Kräfte errechnet werden, die für Kügelchen vom Radius $9,9 \cdot 10^{-6}$ cm ein deutlich ausgeprägtes Maximum zeigen. Die aus diesen Zahlen zu entnehmende — schon erwähnte — ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen dem errechneten und dem beobachteten Maximum bestätigt aufs Neue und abermals auf ganz verschiedener Grundlage die Richtigkeit der Eichung des Ehrenhaftschen Meßinstrumentes.

§ 34. *Das empfindlichste Bolometer.* — Hat sich das Ehrenhaftsche Meßinstrument bei der Bestimmung der Masse der Kügelchen als eine etwa zweimillionenmal empfindlichere Wage als die Nernstsche Mikrowage und beim Ermitteln von Ladungen als ein millionenmal empfindlicheres Elektrometer als die sonst am empfindlichsten bekannten ansehen lassen, so kann es in gewissem Sinne auch als das empfindlichste Bolometer gelten. Denn obwohl der das Probekörperchen sichtbar machende Lichtstrahl in seiner engsten Einschnürung nur mehr einen Durchmesser von $\frac{1}{10}$ mm aufweist, ist Ehrenhaft dennoch in der Lage, die Energieverteilung auch noch innerhalb dieses winzigen Querschnittes aus den photophoretischen Geschwindigkeiten anzugeben, in welche ein und dasselbe Kügelchen an den betreffenden Stellen gelangt.

§ 35. *Schluß.* — Die physikalische Denkrichtung unserer Zeit bewegt sich durchaus unter dem Leitsterne atomistischer Vorstellungen, von denen namentlich die Bilder über die Atomistik der Materie, der Elektrizität und der Strahlung führenden Einfluß gewonnen haben.

Die Ehrenhaftschen Untersuchungen, die in möglichster Annäherung der untersuchten Materie an die geheimnisvollen Bausteine die Vorgänge in diesen Größenordnungen durch das direkte Experiment zu erforschen und in ein deutlicheres Licht

zu stellen suchen, werden daher gerade in unserer Zeit die richtige Würdigung finden.

Sie festigen einerseits Vorstellungen, wie sie die Theorie für die atomaren Bereiche gebaut hat, wie in der Beobachtung der Brownschen Bewegung in Gasen oder bestätigen andere von der Theorie vorausgesagte charakteristische Erscheinungen der Physik der Übergangsgrößenordnung vom molaren zum molekularen Körper wie in der Verfolgung der Erscheinung des Lichtdruckes, in den Farbenercheinungen der kleinen Probekörperchen; andererseits geben sie in neuen Entdeckungen wie in der Konstatierung von Ladungen von viel geringerer Größe als das bis nun als unteilbar angesehene Elementarquantum der Elektrizität und im Phänomen des lichtnegativen Körpers der Theorie fruchtbare Anregungen zum weiteren Ausbau.

Aber auch der Experimentalphysik werden in einzelnen Gebieten durch neue Forschungsmethoden Arbeitsmöglichkeiten geschaffen, deren Ausbeutung die bereits in einigen Zügen gekennzeichnete Physik der Größenordnung des Millionstel-Zentimeters Materie noch viel weiter vervollkommen wird.

Literaturangaben.

- Zu I. § 4.
W. Weber, Ber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1852.
P. Weiß, Journ. d. phys. 4, 473, 1905.
A. Einstein u. de Haas, Verh. d. d. phys. Ges. 17, 152, 1915; 18, 173, 1916.
H. Helmholtz, Vorträge u. Reden, 1. Bd. 251, 1896.
G. J. Stoney, Phil. mag. XI, 381, 1881.
H. A. Lorentz, Versuch einer Theorie d. el. u. opt. Erschein. in bewegten Körpern, Leiden, 1895.
M. Planck, Verh. d. d. Phys. Ges. 1900.
- Zu II. § 5.
F. Ehrenhaft, Wien. Ber. CXVIII, IIa, 321, 1909.
Wien. Ber. CXIX, IIa, 815, 1910.
Phys. Z. 11, 619, 1910; 12, 94, 1911.
Wien. Ber. CXXIII, IIa, 53, 1914.
- § 6. F. Ehrenhaft, Phys. Z. 16, 227, 1915.
- Zu III. § 7.
E. Cunningham, Proc. roy. soc., S. A. 83, 357, 1910.
J. Zeleny u. Mc. Keehan, Phys. Z. 11, 78, 1910; 12, 707, 1911.
M. Knudsen, Ann. d. Phys., 36, 981, 1911.
- Zu IV. § 17.
F. Ehrenhaft, l. c., ferner Ann. d. Phys. 44, 673, 1914.
D. Konstantinowsky, Ann. d. Phys. 46, 261, 1914; 48, 57, 1915; 49, 881, 1916.
J. Parankiewicz, Phys. Z. 18, 567, 1917, Ann. d. Phys. 53, 551, 1917.
- § 20. J. S. Townsend, phil. mag., 45, 125, 1898.
J. J. Thomson, phil. mag., 46, 523, 1898; 48, 547, 1899.
H. A. Wilson, phil. mag. 5, 429, 1903.
K. Przibram, Wien. Ber. CXXI, IIa, 949, 1912.
A. Mayer, Wien. Ber. CXXI, 1097, 1912.
E. Weiß, Wien. Ber. CXX, 1021, 1912.
A. Joffé, Sitzber. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss. Febr. 1913.
E. Regener, Phys. Z. 12, 263, 1911.
J. Roux, Ann. d. phys. et chim., mai 1913, 1918.
E. Meyer u. W. Gerlach, Ann. d. Phys. 45, 177, 1914; 47, 227, 1915.

- R. A. Millikan, Phys. Z. 11, 1097, 1910 und
H. Fletcher, Phys. Rev. 12, 161, 1911.
H. Fletcher, Phys. Rev. 33, 81, 1911; 16, 316,
1915.
F. Zerner, Phys. Z. 16, 10, 1915; 17, 165, 1916.
J. Parankiewicz, l. c. 1917.
§ 21. F. Giesel, Ann. d. Phys. 69, 834, 1899.
H. Becquerel, J. d. Phys. 9, 71, 1900.
E. Dorn, Phys. Z. 1, 337, 1900.
W. Kaufmann, Phys. Z. 2, 602, 1901; 4, 54,
1902; Ann. d. Phys. 19, 487, 1906.
A. H. Bucherer, Ann. d. Phys. 29, 1063, 1909.
E. Rutherford, phil. trans. 204, 169, 1904
u. H. Geiger, Phys. Z. 10, 1, 1909; 42, 1909;
phil. mag. 24, 618, 1912.
E. Regener, Verh. d. d. phys. Ges. 10, 78, 1908.
W. Ramsay u. F. Soddy, phil. mag. 5, 441
u. 561, 1903.
M. Curie u. Kammerlingh-Onnes, Le Radium,
10, 181, 1913.
Zu V. F. Ehrenhaft, Wien. Ber. CXII, IIa, 181,
1903; CXIV, 1115, 1905; Phys. Z. 5, 387,
1904; 15, 952 u. 955, 1914; 16, 227, 1915.
§ 23. Lord Ralgh, phil. mag. 41, 107 u. 447, 1871.
J. J. Thomson, Recent researches in elektr.
and magn., 363, 437, 1893.
G. Mie, Ann. d. Phys. 25, 377, 1908.
G. Laski, Ann. d. Phys. 53, 1, 1917.
Zu VI. F. Ehrenhaft, l. c. 1914 u. Wien. Ber. CXVI,
IIa, 1175, 1907.
§ 27. A. Einstein, Ann. d. Phys., 17, 549, 1905; 19,
371, 1906.
M. v. Smoluchowski, Ann. d. Phys. 774, 1906.
F. Schrödinger, Phys. Z. 16, 289, 1915.
D. Konstantinowsky, Phys. Z. 16, 369, 1915;
Ann. d. Phys., 46, 261, 1914.
K. Przibram, Wien. Ber. CXXII, IIa, 1895,
1913.
Zu VII. F. Ehrenhaft, Wiener akad. Anzeiger, Nr. 4,
Febr. 1916, Wien. Ber. CXIX, IIa, 836,
1910, Phys. Z. 15, 608, 1914; 18, 352, 1917.
§ 31. Lebedew, Ann. d. Phys., 6, 433, 1901.
S. Arrhenius, Phys. Z. 2, 81 u. 97, 1901, Wer-
den d. Welten, Leipzig, 1907.
K. Schwarzschild, Sitzber. d. Bayr. Akad. 31,
233, 190.
P. Debye, Ann. d. Phys. 30, 57, 1909.

Besprechungen.

Sven Hedin, Bagdad Babylon Ninive. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1918. 410 S., eine Übersichtskarte und viele Abbildungen. Preis M. 12,—.

Der berühmte schwedische Forschungsreisende, der so mutig für die deutsche Sache eintritt, in dem Bewußtsein, daß es sich jetzt um die Existenz des Germanentums handelt, hat während des Weltkriegs die Ostfront und die Westfront besucht und auch den asiatischen Kriegsschauplatz bereist. Diese asiatische Reise hat ihn zuerst nach dem südöstlichen Kriegsschauplatze der Türkei, nach Mesopotamien, dann nach dem südwestlichen, nach Palästina, geführt. Der erste Teil dieser Reise wird in dem oben genannten Buche geschildert.

Der Verfasser sagt auf Seite 1: „Nicht der Krieg lockte mich zu neuen Abenteuern. Davon hatte ich an den europäischen Fronten genug gesehen. Diesmal sehnte ich mich vor allem danach, die Weltreiche des Altertums, Assyrien und Babylonien, und die Ergebnisse der modernen Forschung auf diesem ehrwürdigsten Boden der Erde kennen zu lernen. Ich wollte die altberühmten Städte sehen, die der Spaten der Archäologen jetzt aus vieltausendjährigem Schlummer geweckt hat.“ Sein Buch ist also kein eigentliches „Kriegsbuch“, sondern eine Reisebeschreibung. Aber das ist

ja gerade das Interessante an dieser Reise, daß sie während des Krieges ausgeführt wurde. Sie führte über deutsche und türkische Etappenstationen; auf dem Euphrat fuhr das „Hausboot“ des Reisenden eine Strecke mit bayrischer Artillerie zusammen; in Bagdad traf er die englischen Gefangenen, die gerade aus Küt el-Amara eintrafen. So sehen wir in diesem Buch nicht nur die deutschen Archäologen, sondern auch die deutschen Soldaten in jenen fernen Ländern bei der Arbeit. Als Deutsche können wir uns freuen und stolz darauf sein, aus der Feder eines kompetenten neutralen Beobachters so gute und gerechte Urteile über die Arbeit zu lesen, die unsere Gelehrten, unsere Offiziere und unsere Soldaten unter schwierigen Umständen mit entsagungsvoller Hingabe und in treuem Pflichtbewußtsein dort geleistet haben und noch leisten.

Die Reise ins Innere ging von Aleppo aus. Zunächst versuchte Hedin mit einem Automobil von Räs el-Ain, dem damaligen Endpunkte des nördlichen Teiles der Bagdad-Bahn, nach Nisibis und Mosul zu gelangen. Aber das Automobil blieb unterwegs im Schlamm stecken, und so mußte er mehrere Tage bei einem trostlosen Neste unter beständigem Regen liegen bleiben. Regen und Sturm spielen überhaupt eine große Rolle in dem Buche; das Frühjahr 1916 ist also dort ein ungewöhnlich regenreiches gewesen. Dann kehrte Hedin um, bis nach Dscheräblus am Euphrat, von wo er mit seinem „Hausboot“ stromabwärts fuhr. Sein Fahrzeug bestand aus zwei miteinander verbundenen größeren Ruderbooten — die dort auf arabisch *schachfur* genannt werden —; auf dem einen war eine kleine Hütte errichtet. Von Ridwāntje ging es mit der Feldbahn nach Bagdad. Von Bagdad aus wurden die Ruinen von Babylon besucht. Dann wurde die Rückreise über die Ruinen von Assur und Ninive, über Mosul und Mardin nach Aleppo gemacht.

Land und Leute werden in Wort und Bild beschrieben; die Ruinenstätten werden auf Grund eigener Beobachtungen geschildert, ihre Geschichte wird entweder unter Benutzung mündlicher Mitteilungen, die der Verfasser an Ort und Stelle von den deutschen Archäologen erhielt, oder nach literarischen Quellen dargestellt. Neue Tatsachen werden dem Kenner jener Länder und ihrer Geschichte kaum geboten; es ist wahrscheinlich, daß — ebenso wie bei der Umschreibung und Erklärung arabischer Wörter — auch in der historischen Darstellung dem Verfasser mancherlei kleine Irrtümer und Mißverständnisse untergelaufen sind. An einigen Stellen geht der Stil des Buches stark ins „Reportenhafte“ über. Diese „Fehler“ werden aber durch die großen Vorzüge des Buches mehr als wettgemacht. Der Verfasser hat eine lebhaft Phantasie und Gestaltungskraft: er versteht es, die Ruinen von Babylon und Assur dem modernen Leser wieder lebendig zu machen, im heutigen Bagdad die mittelalterliche Chalifenstadt mit all ihrem Zauber und ihrer Märchenpracht wieder erstehen zu lassen; er schildert mit poetischem Schwung und in wahrhaft plastischer Darstellung einen Sturm auf dem Euphrat, ebenso wie er andererseits mit wenigen Worten die verschiedenen Wasserschöpfwerke am Euphrat ganz ausgezeichnet beschreibt. Überall spürt man den wirklichen Künstler; aber dieser kommt in den beigegebenen Skizzen noch mehr zur Geltung. Unter den von ihm gezeichneten Typen finden sich Meisterwerke. Das beste von ihnen ist m. E. das Bild eines alten christlichen Arabers in Bagdad (S. 197). Von den vielen anderen möchte ich hier nur noch einige wenige besonders hervorheben: „Kurde Selman Petto, 80 Jahre alt“, Seite 297; „Hadschi Mansur, 65jähriger Chaldäer“, Seite 350; „Oberster Priester der Grab-

moschee des Propheten Jonas“, Seite 365; „Monseigneur Boloß, syrischer Bischof in Dara“, Seite 369; „Vodfa, 12jähriges kurdisches Mädchen in Amuda“, Seite 395. Außer den vielen Skizzen enthält das Buch eine große Anzahl vortrefflicher Photographien; schön ist es, wenn Zeichnung und Photographie einander ergänzen, wie es bei dem Bilde der deutschen Truppenabteilung in der Wüste (Seite 388 f.) der Fall ist. Die Photographien sind etwa 150 an Zahl, die Skizzen und Zeichnungen etwa 90. Es gibt wenig Bücher über jene Länder, die so reich und so vollkommen illustriert sind.

Auf seiner Reise begegnete *Hedin* auch mehrfach den armenischen Flüchtlingen. Über sie berichtet er ausführlich auf Seite 64 ff. Für eine gerechte und unparteiliche Beurteilung der ganzen armenischen Frage sind diese Ausführungen eines Neutralen außerordentlich wichtig. — Besonders schön und pietätvoll ist das Kapitel „Zwei Deutsche: von der Goltz und Moltke“, S. 181—190. Moltkes Worte über Amerika, die er im 2. Kriegsjahre aussprach, werden auf Seite 188 zitiert: „Wir sind in der Lage eines Mannes, den drei Straßenräuber überfielen. Er verteidigt sich tapfer und schlägt einem nach dem andern die Waffen aus der Hand. Hinter den dreien aber steht ein vierter, der ihnen immer wieder neue Waffen in die Hände drückt. Dieser Vierte ist Amerika, das den Kampf von Jahr zu Jahr verlängert.“ Mögen diese Worte auch von uns Deutschen nicht vergessen werden!

Seite 93 ist von der Arche Noah die Rede. Der arabische Diener *Hedins* erzählt davon. Als *Hedin* fragt: „Wann war das?“, antwortet der Diener in tiefstem Ernst: „Das ist mindestens schon zweihundert Jahre her.“ Diese Zeitbestimmung ist echt orientalistisch. Eine große Spanne Zeit wird von ihnen mit 100 Jahren bewertet; so hörte ich von Arabern, der Prophet Mohammed habe schon vor 100 Jahren gelebt. Nun lebte aber Noah doch noch lange vor Mohammed; also liegt seine Zeit für jene kindlichen Gemüter mindestens 200 Jahre zurück.

Für eine Neuauflage, die hoffentlich nicht lange auf sich warten lassen wird, wäre es wünschenswert, wenn die oben angedeuteten Schönheitsfehler ausgemerzt würden. Die orientalischen Namen und Wörter brauchen nicht in phonetischer Umschrift gegeben zu werden, müssen aber doch annähernd korrekt sein; so ist es doch geradezu eine Blasphemie, wenn auf Seite 12 aus dem „*Mihrab*, der Gebetsnische“, ein „*Maschrab*“, das wäre eine „Stätte des Trinkens“, geworden ist. Die babylonisch-assyrischen Wörter, die mehrfach ohne Übersetzung wiedergegeben werden, wären zu erklären. So wäre auch bei Hadschi Mansur, dem „Chaldäer“ (S. 350), anzugeben, wie es kommt, daß ein Christ den Titel Hadschi, „Pilger“, erhalten hat. Die Mohammedaner nennen sich Hadschi, wenn sie nach Mekka gepilgert sind, die Christen jedoch, wenn sie die Wallfahrt nach Jerusalem gemacht haben.

Auch sachliche Dinge wären dann hier und da zu berichtigen. Auf Seite 100 wird gesagt, von Hit ab stromabwärts heiße das linke Euphratufer el-Dschesire (Insel), das rechte esch-Scham. Diese Bezeichnung beginnt aber nicht erst in Hit, sondern bereits viel weiter nördlich. Und bei dem „mächtigen Araberhauptmann Ibn Reschid südlich von Hille“, von dem der Verfasser durch Herrn Brown in Baghdad gehört hat (Seite 144), wären einige Worte über das Wahhabitenfürstentum zu sagen.

Seite 53 und 54 sind die Unterschriften unter den Bildern mit einander vertauscht. — Das Unglückswort „chaldäisch“, das schon so viel Unheil angerichtet hat,

und das hier bald auf die ältesten Babylonier, bald auf moderne christliche Syrer bezogen wird, wäre besser zu vermeiden, oder aber doch jedesmal zu erläutern. — Seite 9 werden die gefangenen Sikhs bemitleidet: „Welche Qual für die Söhne des Sonnenlandes Indien, dem kalten Regen auf den Höhen des Taurus schutzlos preisgegeben zu sein!“ Aber die Sikhs kommen aus dem Pendschab, zum Teil sogar aus Kaschmir; also sind gerade sie eher imstande die Kälte zu ertragen als die südlicheren Inder.

Wir scheiden von dem Buche mit dem aufrichtigsten Dank gegen den Verfasser für seine schöne Gabe und mit dem Wunsche, daß es die weiteste Verbreitung unter Deutschen und Neutralen, aber auch bei unseren Feinden finden möge. *Enno Littmann, Bonn.*

Lauterborn, R., Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. Sitzungsberichte der Heidelberger Akad. d. Wiss. Math.-nat. Klasse. Abt. B. Jahrgang 1916. 6. Abhandlung; 1917. 5. Abhandlung; 1918 1. Abhandlung. Heidelberg, C. Winters Universitätsbuchhandlung.

Zum ersten Mal wird hier die Biologie eines Stromes von der Quelle bis zur Mündung im Zusammenhang behandelt. *Lauterborn* gibt die Ergebnisse seiner fast drei Jahrzehnte lang betriebenen Rheinstudien in Gestalt einer biogeographischen Gliederung des Stromes in seine natürlichen Stromstrecken unter Hervorhebung der diesen eigentümlichen Tier- und Pflanzenformationen sowohl im Wasser als auch in dessen Umgebung. Er unterscheidet 6 Teile des Rheins: 1. den Alpenrhein, von der Quelle bis zum Bodensee (dieser wird wiederum in Quellrhein und Schweizer-Vorarlberger Rhein gegliedert); 2. den Bodensee mit Seerhein, 3. den Hochrhein, vom Bodensee bis Basel, 4. den Oberrhein von Basel bis Bingen, 5. den Mittelrhein von Bingen bis Bonn, 6. den Niederrhein von Bonn bis zur Mündung. Für jeden dieser Teile wird zuerst eine Darstellung seiner Morphologie gegeben, es folgt ein Abschnitt über die Biologie und schließlich eine biogeographische Charakteristik. Am umfangreichsten sind naturgemäß die biologischen Abschnitte. So werden z. B. beim Quellrhein geschildert die biologischen Verhältnisse der Quellseen, der Teiche und Tümpel der Quellregion, des strömenden Rheins, der Altwasser, der Gießen, der Schotterbänke, der Auwälder. Noch eingehender ist — um noch ein Beispiel zu geben — die Schilderung der Biologie des Oberrheins: im strömenden Rhein werden behandelt das Plankton, das Pedon (Stromsohle und Ufer), die Kiesbänke und Schlickgründe, die Fische des strömenden Oberrheins, die Vögel des Oberrheins; der Abschnitt über die Altwasser schildert Entstehung und Typen der Altwasser, die alten Stromarme der Strecke Basel bis Breisach, frühere Stromwindungen mit fließendem Wasser, Strombuchten und offene Altwasser, Strombuchten mit Quellwasser, seeartige Altwasser, die Fische, Vögel, Säugetiere der Altwasser; eine kürzere Behandlung erfahren die Kolke, eingehender werden wiederum die Sümpfe, Moore und Riede geschildert (Ufersümpfe des strömenden Rheins, temporäre Druckwassertümpel, Schlicksümpfe, temporäre offene Schlicktümpel, Torfsümpfe der Wiesenmoore, sapropelische Teiche, Amphibien und Reptilien der Sümpfe, die Riede). Weiter bespricht *Lauterborn* die Gießen (Quellwasseradern) und Quellen der Rheinschotter. Von Begleitformationen des Oberrheins behandelt er die Auwälder, die Wälder der Niederterrasse, die Flußwiesen, die alten Schotter- und Sandflächen der Ufer, die Flugsanddünen und die xerothermen Felshalden. Eine biogeographische Charakteristik des Oberrheins (der Oberrhein als Übergang des Alpenflusses zum Niederungsstrom; charak-

teristische Elemente der Tier- und Pflanzenwelt des Oberrheins; Wandel des Faunen- und Florencharakters am Oberrhein seit dem Tertiär) beschließt den 70 Seiten umfassenden Abschnitt über den Oberrhein.

Es ist vollständig ausgeschlossen, im Rahmen eines kurzen Referates auf Einzelheiten der Lauterbornschen Arbeit auch nur andeutungsweise einzugehen. Nur ein Kenner des Rheines und ein Naturbeobachter wie *Lauterborn* konnte eine solche Fülle wertvoller Einzelheiten geben und zu einheitlichen Bildern zusammenstellen. Was er hier schon aus dem Reichtum des von ihm gesammelten und verarbeiteten Materiales gebracht hat, gibt uns eine Vorahnung von dem, was wir in der von ihm in Aussicht gestellten umfassenden Biologie des Rheinstroms zu erwarten haben. Hoffen wir, daß sie in absehbarer Zeit abgeschlossen sein wird. Sie wird, des können wir sicher sein, ein Denkmal deutschen Forschergeistes und Forscherfleißes sein.

Thienemann, Plön.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Abstände der Atome im Molekül und im Kristalle.

Vorläufige Mitteilung.

Nach *Bohr, Sommerfeld* u. a. besteht das Atom aus einem positiven Kern, um welchen in verschiedenen Sphären negative Elektronen herumlaufen. Die Elektronen gruppieren sich zu ein oder mehreren konzentrischen Ringen, welche mit dem Kern und den anderen Elektronenringen durch elektrostatische Kräfte verbunden sind und quantentheoretisch bestimmte Energien enthalten. Herr *Sommerfeld* hat kürzlich die allgemeine Theorie solcher Ringsysteme behandelt¹⁾; dabei betrachtete er die Beeinflussung eines Ringelektrons durch die Elektronen eines anderen Ringes so, als sei dieser andere Ring kontinuierlich mit einer Ladung belegt, welche gleich der Gesamtladung der auf ihm (in Wirklichkeit diskontinuierlich) angeordneten Elektronen ist.

Diese Methode läßt sich nun erweitern auf gegenseitige Beeinflussung von Elektronenringen, die zu zwei verschiedenen Ringsystemen mit zwei verschiedenen Zentralkernen gehören, d. h. auf die Wechselwirkungen zwischen zwei Atomen, die in den chemischen Anziehungskräften und den Kräften bei der Kristallbildung in Erscheinung treten. Die Verbindung NaCl besteht z. B. aus einem Na-Atom, dessen äußerster Ring ein Elektron $-e$ abgegeben hat und das dadurch die Gesamtladung $+e$ besitzt, und einem Chloratom, welches durch Aufnahme eines Elektrons $-e$ die Gesamtladung $-e$ zeigt. Es fragt sich nun, warum die beiden geladenen Atome nicht einfach ineinanderstürzen, wie es die zwischen ihnen auftretende Anziehungskraft e^2/r^2 erwarten ließe, warum sich vielmehr ein bestimmter Atomabstand r einstellt, der in den Gitterdimensionen der Kristalle und den Molekülvolumina zutage tritt und gemessen werden kann. Die Antwort ist die, daß das Kraftgesetz e^2/r^2 der beiden entgegengesetzt geladenen Atome nur für große Entfernungen r streng gilt. Gelangt dagegen das Na-Atom an das Cl-Atom heran, so werden die negativen Elektronenringe des Na schon fast die des Cl berühren, wenn die Na-Ringe von dem Cl-Kern und ebenso die Cl-Ringe vom Na-Kern noch etwas größere Abstände haben. Daher werden die gegenseitigen Abstoßungen

der negativen Ringe bei Annäherung der Atome über die gegenseitige Anziehung zwischen Kernen und Ringen überwiegen. Mathematisch macht sich dies bemerkbar in einer Korrektur der Anziehungskraft e^2/r^2 durch eine Abstoßungskraft $-ae^2/r^4$, die außer von der Entfernung r der beiden Atome noch durch den Faktor a von ihrer Struktur und ihrer gegenseitigen räumlichen Orientierung abhängt. Die Gesamtkraft $\frac{e^2}{r^2} \left(1 - \frac{a}{r^2}\right)$ wird also Null für $r = \sqrt{a}$, dieser Abstand stellt eine Gleichgewichtslage der beiden Atome gegeneinander dar. \sqrt{a} ist daher als Atomabstand im Molekül aufzufassen. Die bei der Annäherung der beiden Atome bis auf die Entfernung \sqrt{a} gewonnene Arbeit hängt ferner eng zusammen mit der Wärmeentwicklung bei dem chemischen Prozeß $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$.

Als einfachste Beispiele haben wir die Theorie an den Verbindungen der Alkalimetalle Li, Na, K mit den leichten Halogenen F, Cl geprüft, über deren Atomkonfiguration einigermaßen begründete Vorstellungen existieren. Obwohl diese keinen Anspruch auf Endgültigkeit machen, ergibt sich doch eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung: 1. Die berechneten Atomabstände finden sich etwa 3 bis 4 mal so groß wie die Atomradien selbst, und liegen in der Nähe der in Kristallen bekannten Gitterdimensionen, ebenso die Größe der berechneten chemischen Wärmetönungen in der Nähe der beobachteten. Ferner zeigt sich auch angenähert der richtige Gang der Atomabstände und Wärmetönungen für die verschiedenen chemischen Verbindungsreihen.

Die Berechnung der Gitterkonstanten im Kristall erfordert mathematisch ein Eingehen auf das Gleichgewicht der unendlich vielen Atomkräfte. Man kann zeigen, daß, wenn ϕ die potentielle Energie zwischen 2 Atomen ist, für das Gleichgewicht bei regulären

Kristallen die Bedingung $\sum \frac{\partial \phi}{\partial x} x = 0$ bestehen muß,

wo die Summe über alle Paare von Gitterpunkten zu erstrecken ist und x die relative x -Koordinate je zweier Atome bedeutet. Da nun ϕ nach obiger Betrachtung in der Form $\phi = \phi_{-1} - \phi_{-3} + \dots$ dargestellt werden kann, wo ϕ_n eine homogene Funktion n -ten Grades bedeutet, so ist nach dem Eulerschen Satze

$$\sum \frac{\partial \phi}{\partial x} x = -\phi_{-1} + 3\phi_{-3} - \dots = 0.$$

Bezeichnet nun δ^3 das Volumen des Elementar-Parallelepipeds, so ist $\phi_n = \delta^n A_n$, wo A_n eine von den absoluten Dimensionen des Gitters unabhängige Zahl ist, die man durch Summation der Atomkräfte berechnen kann. Dann folgt

$$-\frac{1}{\delta} A_{-1} + \frac{3}{\delta^3} A_{-3} + \dots = 0,$$

und aus dieser Gleichung berechnet sich δ , ganz analog wie oben für das einzelne Molekül erläutert wurde; z. B. in erster Näherung:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{A_{-3}}{A_{-1}}} = \sqrt{a}.$$

Es ist danach sehr wahrscheinlich, daß der Grund für die Existenz endlicher Atomabstände in einer abstoßenden Zusatzkraft ae^2/r^4 zu suchen ist, obwohl der genaue Zahlenwert der Konstanten a bei den verschiedenen Verbindungen erst auf Grund verbesserter Atommodelle herauskommen kann.

Berlin, den 30. Juli 1918.

M. Born.
A. Landé.

¹⁾ Phys. Ztschr. 15. Juli 1918.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 34.

23. August 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Methoden und Ziele der Paläobiologie. Von Prof. Dr. O. Abel, Wien. S. 497.

Besprechungen:

Ostwald, Wilhelm, Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre. Von R. Pohl, Berlin. S. 502.

Rohr, M. v., Die optischen Instrumente. Von W. Merte, Jena. S. 503.

Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Von E. Regener, Berlin. S. 504.

Schüle, W., Technische Thermodynamik. Von G. Zerkowitz, München. S. 504.

Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik. Von F. Reiche, Berlin. S. 505.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Raubvogelreichtum in der Umgebung Berlins vor 50 Jahren. S. 505.

Meteorologische Mitteilungen:

Einfluß der Sonnenumdrehung auf die meteorologischen Elemente. Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den Haloerscheinungen. Atmosphärische Polarisation. Nachruf für Rudolf Fieß. Wichtigkeit von Wolkenbeobachtungen. Verwitterung. S. 505—507.

logischen Elemente. Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den Haloerscheinungen. Atmosphärische Polarisation. Nachruf für Rudolf Fieß. Wichtigkeit von Wolkenbeobachtungen. Verwitterung. S. 505—507.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Sauerstoffgehalt des Wassers und Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. Ostracoden im Rheinischen Unterdevon. Bestachelte Schnauzenschilder von rheinischen Homalonoten. Die röntgenographische und röntgenoskopische Anwendung der Rasterstereoskopie. Kombinierte Taschenuhr für Sternzeit und mittlere Zeit. Schwache, raschbewegte Sterne bei δ Arietis. Parallaxé und Dimensionen des Ringnebels in der Leyer. Neuer veränderlicher Stern. S. 507—508.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. **W. Schüle**

Dritte, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

Erster Band:

Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen

Mit 244 Textfiguren und 7 Tafeln

Preis gebunden M. 16.—

*Zweiter Band:

Höhere Thermodynamik mit Einschluß der chemischen Zustandsänderung, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln

Preis gebunden M. 10.—

Siehe Besprechung in dieser Nummer!

*Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher: auf geheftete 20%, auf gebundene 30%

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.

Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.



Handbuch der Mineralchemie, herausgegeben von C. Doelter,

Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von G. Steinmann und O. Wilckens, Goldschmidt, V., Atlas der Kristallformen, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, liefert zur Erleichterung der Anschaffung auf Wunsch gegen erleichterte Zahlungsbedingungen. Anfragen erbeten an

Buchhandlung Hermann Meusser,

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kürzlich erschien:

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Von

Dr. W. Ahrens in Rostock

Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben
mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Bitte Preisliste
verlangen

Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10 ccm Wasser
eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und
Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

23. August 1918.

Heft 34.

Methoden und Ziele der Paläobiologie.

Von Prof. Dr. Othenio Abel,

o. ö. Professor der Paläobiologie und Vorstand des paläobiologischen Lehrapparates der Wiener Universität.

Die Überreste der vorzeitlichen Lebewesen haben schon in grauer Vorzeit Beachtung gefunden. Bei den verschiedensten Völkern treten uns Sagen entgegen, die an Funde vorzeitlicher Knochen oder Zähne anknüpfen, und es ist eine sehr anziehende Aufgabe, der Entstehung solcher Sagen und Fabeln nachzuspüren. Viele der deutschen Drachen- und Lindwurmsagen lassen sich heute mit großer Wahrscheinlichkeit auf die gelegentlichen Funde von fossilen Reptilien und Säugetieren in Höhlen oder Steinbrüchen oder bei Erdbewegungen zurückführen. Auch die bis in das 18. Jahrhundert immer von neuem auftauchenden Angaben über „Beweise“ von der früheren Existenz von Riesengeschlechtern oder einzelnen Riesen gehen bis in das graue Altertum zurück; die Polyphemsage ist mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit auf Funde von fossilen Zwergelafanten (*Elephas mnaidriensis*) in Knochenhöhlen Siziliens zurückzuführen, die Sagen von Riesen in unserer deutschen Heimat wurzeln zumeist in Funden vorzeitlicher Elefanten oder Nashörner und noch heute trägt das „Riesentor“ des Stefansdomes in Wien in seinem Namen die Erinnerung an den Fund eines Mammutknochens, der in der Wiener Universitätsammlung aufbewahrt wird, und in der aufgemalten Schriftrulle mit der Jahreszahl 1443 das Datum des Fundes angibt, der bei der Grundaushebung für den zweiten, unausgebauten Turm des Domes gemacht worden sein dürfte. Drachensagen in unseren Alpen und die vielen noch erhaltenen Bezeichnungen, wie Drachenloch, Drachengrube usw. erinnern an Funde von Höhlenbären oder anderen quartären Säugetierresten in Höhlen; daß solche Funde auch den Lindwurmsagen aus altgermanischer Zeit neue Nahrung geboten und sie teilweise durchgreifend umgestaltet haben, beweist der in der Drachengrube des Zolfeldes in Kärnten um die Mitte des 16. Jahrhunderts gefundene und noch heute erhaltene Schädel eines eiszeitlichen Nashorns, des Urbildes des bekannten Lindwurmes von Klagenfurt in Kärnten.

Lächeln wir auch heute über die Leichtgläubigkeit unserer Vorfahren, die überall Fabelwesen, Riesen und Drachen, Lindwürmer und Basiliken zu sehen glaubten, so dürfen wir doch nicht den gesunden Natursinn verkennen, der von dem Gedanken ausging, daß die gefundenen, ver-

meintlichen Reste von Riesen und Fabelwesen doch jedenfalls als Reste von Wesen anzusprechen seien, die einmal auf der Erde gelebt haben. War auch die richtige Deutung der fossilen Funde einerseits durch die mangelnde Kenntnis vom Baue der lebenden Tiere und andererseits durch den tief im Volke wurzelnden Aberglauben zu dieser Zeit noch unmöglich, so stehen doch die Riesensagen und Drachenfabeln turmhoch über den verschrobenen Theorien der Gelehrtenwelt der Scholastenzzeit, welche in den fossilen Überresten nicht die Leichteile von Wesen erblickte, die einstmals wirklich gelebt haben, sondern annahm, daß der Erde eine innere schöpferische Kraft, eine „vis plastica“ oder „virtus formativa“ innewohne, die steinerne Fische, Muscheln, Blätter, Früchte usw. als „Naturspiele“ oder „lusus naturae“ hervorbringe. Durch einen Zeitraum von mehr als sieben Jahrhunderten, von dem Araber *Ibn Sina* oder *Avicenna* (980—1037) angefangen bis zum Erscheinen der berühmten Monographie über die „Figurensteine“ des *Johannes Bartholomäus Beringer* (1726), hat die Theorie von der vis plastica über alle anderen Erklärungsversuche der fossilen Reste siegreich das Feld behauptet.

Bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts begann sich jedoch eine andere Auffassung von der Natur der Versteinerungen Bahn zu brechen. Schon die beiden italienischen Gelehrten *Fabio Colonna* (1616) und *Agostino Scilla* (1670) hatten die Ansicht verteidigt, daß die fossilen Reste von Lebewesen herkommen, die durch die Sintflut vernichtet worden seien. Als dann *Johann Jakob Scheuchzer* in seiner Schrift „*Piscium querelae et vindiciae*“ (Zürich, 1708) die fossilen Fische redend einführt und sie eine bewegliche Klage darüber anstimmen ließ, wie ungerecht sie von den Menschen behandelt würden, die sie nicht als die Urväter des lebenden Fischgeschlechtes, sondern „vor mineralische Stein- und Mergelgeburthen“ betrachten wollten, war einer vernünftigeren Auffassung Bahn gebrochen und mit dem Fiasko der Beringerschen Monographie über die „Lügensteine“ aus dem Muschelkalk von Würzburg, ungeschickten Fälschungen ulkfroher Studenten *Beringers*, sank dann das ganze ohnehin schon sehr morsch gewordene Gebäude der Hypothesen von der Allgewalt der „vis plastica“ der Gesteine endgültig in sich zusammen.

Fast ein Jahrhundert hindurch dauerte es jedoch, bis durch die allmählich einsetzende gewissenhafte und vorurteilsfreie Naturforschung die Vorstellung überwunden wurde, daß die fossilen Reste nur durch die Sintflut an ihren heu-

tigen Platz gebracht worden sein können. Anders wußte man sich damals das Vorkommen von Fischen in den Gesteinen hoher Gebirge und das Vorkommen von Meerestieren in Gebieten heutigen Festlandes nicht zu erklären. Da noch weite Gebiete der Erdoberfläche undurchforscht waren und Reisende aus fernen Erdteilen eine Fülle neuer Tier- und Pflanzenformen heimbrachten, so konnte man sich noch nicht zu der Erkenntnis durchringen, daß die in den Gesteinen begraben Tier- und Pflanzenreste von zum Teile völlig ausgestorbenen Lebewesen herrühren. Vereinzelt wurde zwar diese Vermutung geäußert, aber bis durch die Wucht der Tatsachen diese Vermutung zu einer gesicherten Erkenntnis ausreifte, mußte noch eine lange Zeit vergehen.

Das 18. Jahrhundert brachte eine reiche Fülle von Arbeiten über fossile Reste. Im wesentlichen handelte es sich zunächst um das Wegräumen des massenhaft angehäuften Literaturschuttes und die Gewinnung einer Übersicht über die in den Sammlungen und Raritätenkabinetten aufgestapelten fossilen Reste. Bei dem tiefen Stande der Zoologie war es jedoch zu dieser Zeit noch nicht möglich, einen Einblick in die verwandtschaftlichen Beziehungen der fossilen zu den lebenden Formen zu gewinnen und auch die Lebensweise der lebenden Tiere war zu dieser Zeit noch so wenig erforscht, daß an eine wissenschaftliche Untersuchung der Lebensweise der fossilen Tiere nicht gedacht werden konnte. So kam es, daß sich das Interesse der Forscher zu dieser Zeit der Geschichte der Paläontologie auf die Frage konzentrierte, inwieweit die fossilen Reste zur Altersbestimmung der Gesteine zu verwerten seien, und seitdem der englische Geologe *William Smith*, der „Vater der Geologie“, in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts die Grundlinien einer Schichtenlehre oder Stratigraphie Englands geschaffen hatte, gewannen mit einem Schlage die „Versteinerungen“ als „Denkmünzen der Schöpfung“ eine gewaltige Bedeutung für den Ausbau unserer Kenntnisse von der Geschichte der Erde, während die Frage nach ihren Beziehungen zu der lebenden Tierwelt mehr und mehr in den Hintergrund gedrängt wurde.

Mit dem Anfange des 19. Jahrhunderts fällt der Beginn des Aufschwunges der Biostratigraphie und der Paläontologie zusammen. *G. Cuvier* (1769—1832) hatte bei seinen Versuchen, die Fauna fossiler Wirbeltiere aus dem Tertiär von Paris eingehend zu untersuchen, klar erkannt, daß nur durch den Ausbau einer vergleichenden Osteologie der lebenden und der fossilen Formen ein Mittel gefunden werden könne, um die Stellung der fossilen Formen zu den lebenden zu erfassen. Das Monumentalwerk *Cuviers* „Recherches sur les Ossements Fossiles“, das eine Sammlung von zuerst einzeln veröffentlichten Aufsätzen enthält, darf noch heute als ein Meisterwerk ersten Ranges bezeichnet werden. Der Aufschwung der Stratigraphie in den ersten Jahr-

zehnten des 19. Jahrhunderts hat jedoch trotz der allgemeinen Anerkennung, die *Cuviers* Untersuchungen fanden, dieser morphologischen Richtung der paläontologischen Forschung nicht unmittelbar zum Siege verholfen. Die Bibliotheken füllten sich zwar mit Bänden und Schriften über fossile Reste, aber der Cuviersche Geist verschwand aus ihnen mehr und mehr. So stellt die erste Hälfte des vergangenen Jahrhunderts eine Periode in der Entwicklung der Paläontologie dar, in welcher das fossile Material fast ausschließlich unter dem Gesichtspunkte seiner Verwertung für die historische Geologie durchgearbeitet wurde. Da und dort wurde freilich ein schüchterner Versuch unternommen, das fossile Tier in seinen Beziehungen zur Umwelt und in seinen verwandtschaftlichen Beziehungen zur lebenden Tierwelt zu erfassen und darzustellen, aber diese Versuche blieben vereinzelt und gingen in dem großen Strome der stratigraphischen Literatur dieser Periode unter.

Der Siegeslauf der Entwicklungslehre, der mit dem Erscheinen des Hauptwerkes *Ch. Darwins* „The Origin of the Species“ (1859) einsetzte, konnte auch an der Entwicklung der Paläontologie, die in dieser Zeit zu einer bloßen Handlangerin der Geologie herabgewürdigt worden war, nicht spurlos vorübergehen. Immerhin dauerte es einige Jahrzehnte, bis die Erkenntnis von der gewaltigen Bedeutung der fossilen Formen für die Stammesgeschichte der Tierwelt heranreifte, und der Aufschwung setzt erst mit den Untersuchungen *Woldemar Kowalevskys* über fossile Huftiere ein, dessen Hauptwerk „Monographie der Gattung *Anthracotherium*“ (1874) eine Fülle neuer Gesichtspunkte eröffnete, nach denen die fossilen Wirbeltiere zu untersuchen seien. Mit diesen Arbeiten beginnt die phylogenetische Periode der Paläontologie, in der Schritt auf Schritt neue Bausteine zum Ausbaue der Stammesgeschichte auf der Grundlage des fossilen Materials herangezogen wurden. Die Paläontologie hatte die ihr von der Geologie angelegten Fesseln einer rein chronologischen Betrachtungsweise der fossilen Tiere abgestreift und war wieder auf dem Wege, der ihr schon von *Cuvier* vorgezeichnet, aber durch den Aufschwung der stratigraphischen Geologie verlegt worden war.

Schon in diese Zeit des neuen Aufblühens der Paläontologie, die sich nunmehr von einer bloßen Petrefaktenkunde zur Paläozoologie, d. h. zu einem Zweige der biologischen Wissenschaften zu erheben begann, fallen vereinzelt Versuche, die Beziehungen der fossilen Tiere zu ihrer Umwelt eingehender zu untersuchen und aus ihren Anpassungen an die Umgebung ihre Lebensweise genauer zu ermitteln. Freilich waren ja in groben Zügen z. B. die fossilen Raubtiere schon als solche erkannt und von pflanzenfressenden Typen unterschieden worden. Man wußte ebenso schon seit langer Zeit, daß *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus* Meerestiere gewesen sein müssen, da sie keine

zum Schreiten geeigneten Gliedmaßen, sondern Flossen aufweisen. Über die primitivsten Anfänge dieser von manchen Kritikern als „spekulativ“ verschrienen Betrachtungsweise traute man sich jedoch nicht hinaus. Die Flugsaurier wurden anfangs als Wassertiere vom Typus der Seeschildkröten angesehen und z. B. Pterodactylus von *Johannes Wagler* (1830) nach diesem Gesichtspunkte rekonstruiert. Der Archäocetengattung Zeuglodon wurde ein überlanger Leib zugeschrieben und eine aus mehreren Individuen kombinierte Rekonstruktion dieser „Seeschlange“ der Eozänzeit durchgeführt. Die Proboscidiengattung Dinotherium wurde zwar in die Gruppe der Rüsseltiere eingereiht, aber die nach unten gerichteten Hauer des Unterkiefers, die dem Schädel eine oberflächliche Ähnlichkeit mit dem von oberen Hauern bewehrten Walroßkopfe gaben, wurden als ein Anzeichen dafür betrachtet, daß Dinotherium eine walroßartige Lebensweise geführt haben müsse, und die auch heute noch dann und wann in populären Pfennigschriften wiedergegebenen Abbildungen von dem im Schilf liegenden Dinotherium am Ufer eines Gewässers erinnern an die Anschauungen von der Lebensweise dieses mit den Elefanten verwandten Rüsseltieres, die man zu jener Zeit hatte. Noch vor zwanzig Jahren galt es als gegen den wissenschaftlichen Ernst einer Arbeit verstoßend, wenn Betrachtungen über die Lebensweise fossiler Formen einem anderen als populären Werke einverleibt wurden. Ebenso waren auch alle Versuche einer *Rekonstruktion des Lebensbildes einer fossilen Form* vor dem streng wissenschaftlichen Forum streng verpönt und blieben meist auf populäre Schriften beschränkt, obwohl schon *Cuvier* in seinen „Recherches sur les Ossements fossiles“ den Versuch unternommen hatte, die Gattungen Paläotherium und Anoplotherium in ihrer natürlichen Körperhaltung als *lebende* Tiere zu rekonstruieren, ein Versuch, der in ungleich besserer Weise gelungen war als der erste Versuch der Rekonstruktion des „Einhorn“ oder „Unicornu fossile“ durch den berühmten Bürgermeister von Magdeburg, *Otto von Guericke*, die *Leibniz* in seiner „Protogaea“ 1749 zum erstenmal veröffentlichte.

Die ersten fehlgeschlagenen Versuche von paläontologischen Skelettreakonstruktionen und Lebensbildern fossiler Tiere waren zwar zum großen Teile auf die Unvollständigkeit der erhaltenen Reste gegründet, aber hauptsächlich auf Rechnung der geringen morphologischen, physiologischen und ethologischen Kenntnisse der betreffenden Autoren zu setzen. Solange man sich nicht über die morphologische Bedeutung eines Skeletteiles im klaren war, konnte ja überhaupt nicht an die Möglichkeit eines Versuches der Skelettreakonstruktion gedacht werden; aber die *morphologische Bestimmung* eines Skelettelementes kann für sich allein noch nicht genügen, um über die *physiologische Funktion* desselben einen Aufschluß zu gewinnen. Hierzu sind eben nicht nur eingehende

Vergleiche mit der Funktion der Skeletteile bei den *nächstverwandten* Formen, sondern vor allem Studien über die Funktion analoger und homologer Skeletteile bei *ähnlich geformten* Typen unerläßlich. Solange man bei dem Versuche einer Rekonstruktion von Ichthyosaurus nur im Rahmen der Reptilien blieb, konnte die Rekonstruktion nicht anders als fehlerhaft ausfallen; erst der Vergleich mit den lebenden Delphinen ermöglichte die rekonstruktive Grundlage für die Wiederherstellung eines Lebensbildes von Ichthyosaurus. Derartige physiologische Vergleiche würden aber an und für sich gleichfalls nicht ausreichen, um zu einer klaren Vorstellung von der Bedeutung der einzelnen Organe für die Lebensweise des fossilen Tieres zu gelangen. Erst dann ist eine befriedigende Rekonstruktion ermöglicht, wenn die Beziehungen zwischen allgemeiner Körperform und Form der einzelnen Körperteile einerseits und der Lebensweise andererseits durch sorgfältige Analyse der Anpassungen der lebenden Formen ermittelt worden sind.

Der Paläozoologe, der sich an den Versuch einer Rekonstruktion der fossilen Formen heranwagen wollte, mußte also zunächst daran gehen, die Anpassungen der lebenden Tiere sorgfältig zu untersuchen und ihre Beziehungen zu der Umwelt festzustellen.

Derartige Analysen der Anpassungen der lebenden Tiere waren aber zu der Zeit, da sich die Paläozoologie diesen Problemen zuwandte, nur in sehr geringem Ausmaße durchgeführt worden. Die wissenschaftliche Zoologie hatte nach dem siegreichen Durchbruche der Entwicklungslehre ihre Kräfte in erster Linie auf die Erforschung der stammesgeschichtlichen Zusammenhänge zwischen den größeren und kleineren Gruppen des Tierreiches konzentriert und war hauptsächlich mit embryologischen Untersuchungen beschäftigt, neben denen die vergleichend-osteologischen Forschungen und Beobachtungen über die Lebensweise der Tiere und ihrer Anpassungen stark in den Hintergrund traten. Was über die Lebensweise oder Ethologie der lebenden Formen von zoologischer Seite gearbeitet wurde, fand sich meistens nur gelegentlich den verschiedenen Publikationen eingestreut, und eine vergleichende Untersuchung der Anpassungen von Tieren mit gleicher oder ähnlicher Lebensweise wurde nur in sehr seltenen Fällen durchgeführt. Die Paläozoologie befand sich somit in der schwierigen Lage, sich auf Ergebnisse von Untersuchungen an lebenden Tieren stützen zu sollen, die zum größten Teile noch gar nicht in Angriff genommen worden waren. Die sich einseitig entwickelnde physiologische Forschung konnte auf die meisten Fragen der Paläozoologie keine oder doch nur eine höchst unbefriedigende Antwort geben.

Die Paläozoologie sah sich somit vor die Alternative gestellt, einstweilen überhaupt auf die Lösung der für ihre Weiterentwicklung sehr wichtigen Fragen zu verzichten oder eine verglei-

chende Analyse der Anpassungen der lebenden Tiere selbst in Angriff zu nehmen. Sie hat sich für den zweiten Weg entschlossen und die bisher erzielten Erfolge zeigen, daß sie ihren Entschluß nicht zu bereuen braucht.

Ein unbedingtes Erfordernis für den Ausbau dieser Forschungsrichtung war eine möglichst sorgfältige und kritische Sichtung des vorhandenen Beobachtungsmateriales. In zahllosen Arbeiten fanden sich die Angaben über die Lebensweise der rezenten Tierformen verstreut; manche Beobachtung mußte auf ihren Wert geprüft und die Spreu vom Weizen gesondert werden. Vor allem aber mußte eine selbständige Untersuchung über die Beziehung zwischen *allgemeiner Körperform* und Lebensweise und die Bedeutung der *Form der einzelnen Organe* für die betreffende Lebensweise einsetzen.

Wenn die Untersuchung der lebenden Formen ergab, daß bestimmte Typen von Anpassungen (Anpassungstypen) einer bestimmten Lebensweise entsprechen, so war der Analogieschluß berechtigt, daß fossile Formen mit analogen Anpassungen dieselbe Lebensweise geführt haben müssen, wie die lebenden Formen.

Von Louis Dollo in Brüssel begründet und rasch zu einer Forschungsrichtung mit großen Erfolgen ausgebaut, sah sich aber die Paläobiologie, wie ich die Wissenschaft genannt habe, die sich die *Erforschung der fossilen Organismen in ihren Beziehungen zur Umwelt* zur Aufgabe setzt, sehr bald vor die Möglichkeit gestellt, auch andere Probleme in den Kreis ihrer Aufgaben miteinzubeziehen. Die Analyse der verschiedenen Anpassungen der lebenden Tiere gewährte zunächst einen Einblick in die *Geschichte der Anpassungen* durch die Feststellung verschiedener aufeinanderfolgender Grade einer Anpassung an eine bestimmte Lebensweise, z. B. an die verschiedenen Formen der Bewegung (Schwimmen, Kriechen, Schieben, Schreiten, Laufen, Springen, Schlängeln, Graben, Fliegen, die verschiedenen Arten des bipeden Ganges, Klettern u. s. f.); an die verschiedenen Aufenthaltsorte der Tiere (bei Meerestieren z. B. an der Küste, in der Hochsee, in der Tiefsee; die Verschiedenheiten bei nektonischem¹⁾, benthonischem und planktonischem Leben), an die verschiedene Nahrungsweise (Fleischfresser und Pflanzenfresser, Hartfresser und Weichfresser, Muschelfresser, Cephalopodenfresser, Ameisenfresser, Fischfänger, Gründer u. s. f.), so daß es möglich wurde, die *verschiedenen Stufen eines Anpassungsprozesses* festzustellen. Daraus ergab sich ferner die Möglichkeit der Feststellung von *Anpassungsreihen*, welche die schrittweise Steigerung einer durch Anpassung an eine bestimmte Lebensweise bedingte Spezialisierung erkennen ließen. Es zeigte sich aber weiter, daß derartige Anpassungen an eine bestimmte Lebensweise zwar *gleichsinnig funktionieren* können, aber keineswegs

einen *übereinstimmenden Bau* der umgeformten Organe aufzuweisen brauchen. So ergab sich, daß z. B. die Seitenflossen verschiedener Tiere zwar gleichsinnig funktionieren, in ihrem inneren Baue aber sehr verschieden sein können. Das gleiche zeigte die vergleichende Untersuchung der Flügel und Schreitfüße verschiedener Tiere. Selbst die Schwanzflosse der Fische, in der Zoologie bisher in der Regel schlechthin als „Caudalis“ bezeichnet, erwies sich bei genauerer Untersuchung als ein selbst im Kreise der Fische durchaus ungleichwertiges Gebilde; war auch die *Funktion* der Endflosse bei manchen verglichenen Formen dieselbe, so zeigte sie doch in sehr vielen Fällen einen durchgreifend verschiedenen inneren *Bau*. So lernte man allmählich die durch die lokomotorische Funktion der Endflosse der Fische bedingte *Form* vom inneren *Baue* scharf zu unterscheiden, über den bereits wertvolle Untersuchungen angestellt worden waren, als die Paläobiologie an dieses Problem herantrat.

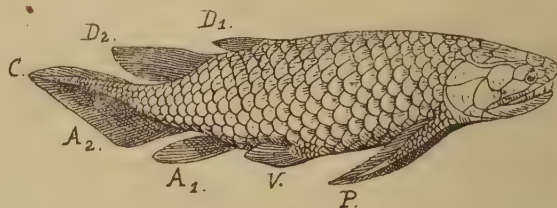


Fig. 1. Rekonstruktion von Holoptychius Flemingi, einem primitiven Teleostomen aus dem Oberdevon Schottlands. — $\frac{1}{8}$ n. Gr. — (Nach R. H. Traquair.) C Caudalis, P Pectoralis (Brustflosse), V Ventralis (Bauchflosse), A₁ Analis prima (vordere Afterflosse), A₂ Analis secunda (hintere Afterflosse), D₁ Dorsalis prima (vordere Rückenflosse), D₂ Dorsalis secunda (hintere Rückenflosse).

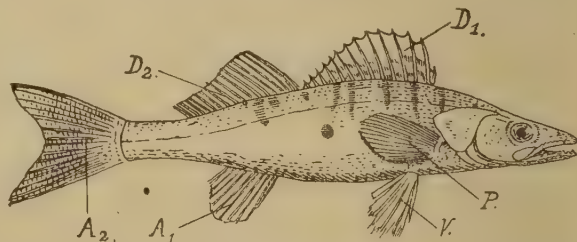


Fig. 2. Zander (Lucioperca sandra). — Ventralflossen thorakal gestellt, Terminalflosse isobatisch, Körper spindelförmig (fusiform).

Ursprünglich war bei den Fischen eine einfach gebaute Medianflosse vorhanden, die das spitze, in der Verlängerung der Körperachse gelegene Körperende umsäumte. Diese primitive Endflosse ist in morphologischer Hinsicht als „Caudalis“ zu bezeichnen. Später bildeten sich vor der Caudalis oben eine getrennte Rückenflosse oder Dorsalis und unten zwei getrennte Afterflossen oder Anales, alle in der Mittellinie des Körpers; zuletzt trat noch eine zweite Dorsalflosse hinzu.

Vergleichen wir die Schwanzflossen der Fische nach ihrer *äußeren Form*, so erweisen sie sich entweder als symmetrisch oder als asymmetrisch gebaut. Bei den symmetrischen Flossentypen ist die durch die Wirbelsäule gebildete Achse gleichzeitig

¹⁾ Aktiv im Meer schwimmend; am Meeresboden lebend; von der Strömung umhergetrieben.

die Halbierungslinie der oberen und der unteren Hälfte der Schwanzflosse. Dieser Typus wird als der *isobatische*¹⁾ Endflossentypus unterschieden. (Fig. 2.)

Bei den asymmetrisch geformten Endflossen ist entweder der obere Teil der Endflosse größer (*epibatischer Typus*, Fig. 1), oder der untere (*hypobatischer Endflossentypus*, Fig. 3).

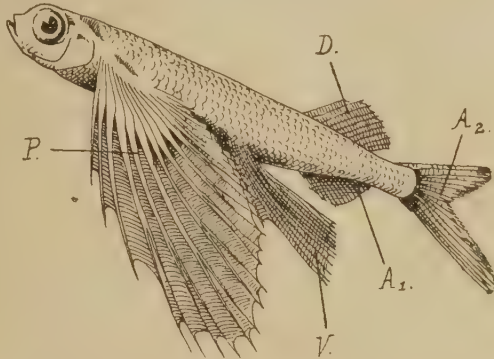


Fig. 3. *Exocoetus lamellifer*, ein lebender Flugfisch aus der Südsee (gefangen bei 12° s. Br., 33° w. L.); in „Flugstellung“. (Nach Kner und Steindächner. Nat. Gr.)

Bauchflossen stark, Brustflossen enorm vergrößert und als Fallschirme wirkend, Terminalflosse hypobatisch.

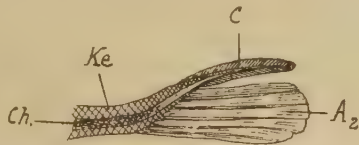


Fig. 4. Terminalflosse eines 200 mm langen Jungfisches von *Lepidosteus*. — Ke Körperende, Ch Chorda dorsalis. — (Nach M. A. Agassiz.)

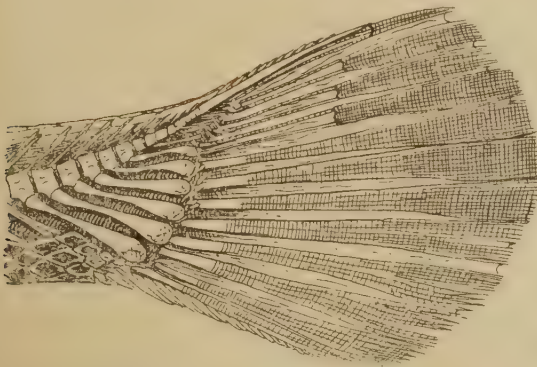


Fig. 5. Terminalflosse eines erwachsenen *Lepidosteus*. (Nat. Gr.; nach A. Kölliker, etwas abgeändert.) Die Wirbelsäule nach oben gebogen, Chorda dorsalis den Oberrand der von der Analis secunda gebildeten Terminalflosse einnehmend, Caudalis rudimentär geworden.

Die Funktion der isobatischen Endflosse ist die eines Lokomotionsapparates mit einer Bewegungsergebnisierenden, die beim horizontal schwimmenden Fisch mit der Horizontalebene zusammenfällt. Dagegen treibt die epibatische Endflosse den Fisch nach unten, also gegen den Boden des

Gewässers, in dem er lebt, während die hypobatisch geformte Endflosse den Fisch nach oben, also gegen den Spiegel des Gewässers treibt.

Isobatische Endflossen sind bei freischwimmenden Typen die Regel; epibatische Endflossen finden sich hauptsächlich bei bodenbewohnenden Fischen, die ihre Nahrung auf dem Boden der Gewässer finden; der sehr seltene hypobatische Typus findet sich in schönster Ausbildung bei den lebenden Flugfischen der Gattung *Exocoetus* und dessen Verwandten, die durch die Schläge der Endflossen aus dem Wasser herausgetrieben werden und dann durch Ausbreitung ihrer großen Brustflossen einen Fallschirmflug auszuführen imstande sind. Ebenso ist dieser hypobatische Typus bei fossilen Flugfischen ausgebildet.

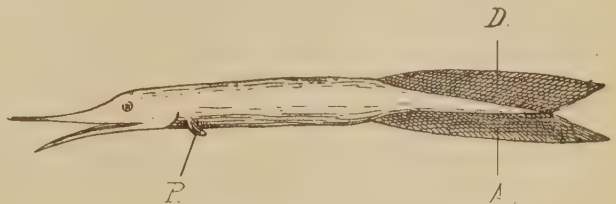


Fig. 6. *Cyema atrum*, ein Tiefseefisch mit verloren gegangenen Ventralen und verloren gegangener Analis secunda, so daß die sekundäre (gephyrocerke) Terminalflosse von der Dorsalis und der Analis prima gebildet wird.

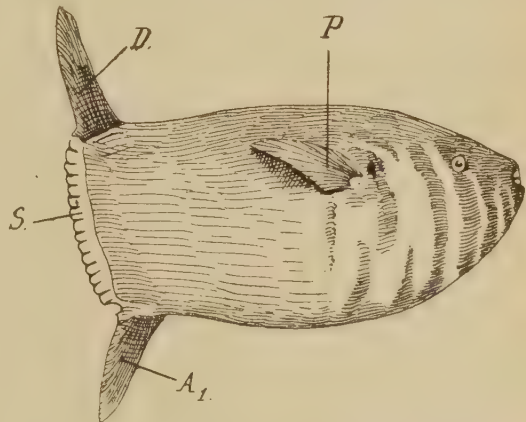


Fig. 7. *Ranzania truncata*, eine Art der „Mondfische“. Ventralen und Analis secunda fehlen; als Lokomotionsapparat funktionieren außer dem terminalen Hautsaum (S) die Dorsalis (D) und Analis prima (A₁). Der schwarze Fleck vor der Pectoralis (P) bezeichnet die Lage der äußeren Kiemenöffnung.

Wenn wir eine epibatische Flosse genauer untersuchen, so werden wir finden, daß sich die Wirbelsäule in den oberen Lappen der Endflosse fortsetzt (Fig. 1). Die primitive Caudalis nimmt also nicht an dem Aufbaue der ganzen Flosse Anteil, sondern bildet nur deren oberen Teil. Auch die Ontogenie zeigt diesen Prozeß der nach oben gerichteten Aufbiegung der Wirbelsäule und der sie umsäumenden Caudalis sehr deutlich. Der untere Lappen der epibatischen Endflosse wird von der Afterflosse oder Analis gebildet, die beim Embryo anfangs noch deutlich von der Caudalis

¹⁾ *Baird* = *gehe*.

getrennt ist und erst später mit ihr verschmilzt (z. B. bei einem Haifisch, wie *Lamna*). Zuweilen ist aber auch noch im erwachsenen Zustande in der Endflosse der Haifische die Trennungsstelle zwischen der Caudalis und Analis deutlich zu sehen.

Unter den Bezeichnungen *isobatisch*, *epibatisch* und *hypobatisch* verstehen wir somit drei verschiedene Funktionstypen der Endflosse der Fische. Untersuchen wir nunmehr den Bau dieser Endflossentypen näher, so finden wir, daß das Innenskelett der isobatischen Endflossen keineswegs gleichartig ist, sondern daß bei den höheren Fischen oder Teleostomen (Knochenfischen) die Wirbelsäule nicht mit der Halbierungslinie der Flosse, also mit der Grenzlinie zwischen der oberen und unteren Hälfte der Endflosse zusammenfällt, sondern sich in den oberen Endflossenlappen in mehr oder weniger rudimentärem Zustand fortsetzt.

Die Ontogenie des nordamerikanischen Knochenhechtes (*Lepidosteus*) zeigt (Fig. 4 und 5), daß in sehr frühen Jugendstadien die Wirbelsäule sich ohne Aufbiegung nach oben bis zum Körperende verlängert und von der Analis scharf getrennt ist. In späteren Stadien sieht man die Analis bereits bedeutend vergrößert und das Wirbelsäulenende mit der Caudalis nach oben abgedrängt. Endlich nimmt die Analis allein die ganze Fläche der Endflosse ein.

Die ontogenetische Entwicklung wirft also hier Licht auf die Frage der Phylogenie der Endflosse des Knochenhechtes. In frühen Stadien (z. B. bei einer Körperlänge von 25 mm) ist die Endflosse *isobatisch*, später deutlich *epibatisch* (Fig. 4) und beim erwachsenen *Lepidosteus* (Fig. 5) wieder *isobatisch*. Der Flossenbau ist aber bei dem zum zweitenmale während seines Lebens isobatisch gewordenen Fisch vom Baue der frühen Larvenstufen mit isobatischer Endflosse verschieden. Wir nennen den Bautypus, bei welchem die Wirbelsäule gleichzeitig die mittlere Achse der von der Caudalis allein gebildeten Endflosse ist, den *protocerken*¹⁾ Bautypus, jenen, bei dem die Wirbelsäule die Stütze des oberen Schwanzflossenlappens bildet, die Schwanzflosse aber aus der vereinigten Caudalis und Analis II besteht, den *heterocerken* Bautypus und jenen, bei welchem die Wirbelsäule in rudimentärem Zustande sich in den oberen Teil der allein von der Analis II gebildeten Schwanzflosse fortsetzt, den *homocerken* Bautypus.

Der primitive *protocerke* Typus ist z. B. bei *Amphioxus* oder bei *Myxine*, der *heterocerke* bei *Holoptychius* (Fig. 1), der *homocerke* bei *Lepidosteus* (Fig. 5) vorhanden.

Aus dem Baue der Schwanzflosse von *Lepidosteus* geht klar hervor, daß die Vorfahren dieses Fisches vor der Erreichung des *homocerken* Typs den *heterocerken* und vor diesem den *protocerken* Typus durchlaufen haben müssen. Die ethologische Analyse hat uns also hier in enger Verbindung mit der morphologischen und embryologi-

schen Analyse der Schwanzflosse einen Einblick in die Vorgeschichte der Fischtypen mit *homocerker* Schwanzflosse gegeben und gezeigt, daß wir nicht mehr für die Schwanzflossen aller Fische die Bezeichnung „*Caudalis*“ anwenden dürfen. Wir werden ihn durch den Namen „*Terminalis*“ zu ersetzen haben, die nur die allgemeine Stellung der Flosse als Endflosse bezeichnet, aber jede Verwirrung ausschließt. Die *Terminalis* ist einer Maske zu vergleichen, die uns zwar einen gleichartigen Bau bei oberflächlicher Vergleichung vor-täuscht, aber sich bei genauerer Untersuchung als ein Deckmantel für sehr heterogene Bautypen erweist.

Die Hauptmasse der lebenden Knochenfische oder Teleostomen weist einen *homocerken* Terminalflossenbau auf. Vereinzelte Gattungen repräsentieren aber ein noch weiter vorgeschrittenes, spezialisierteres Stadium. Bei diesen Typen ist zwar eine Terminalflosse vorhanden, aber die morphologische Untersuchung lehrt, daß weder von der Caudalis, noch von der Analis irgendwelche Reste in der Terminalflosse erhalten geblieben sind. In einigen Fällen ist die Dorsalflosse in Verbindung mit der vorderen Analflosse zum terminalen Lokomotionsapparat umgeformt worden (z. B. bei *Cyema*, Fig. 6, und *Fierasfer*), in anderen Fällen (z. B. *Ranzania*, Fig. 7) tritt noch ein zwischen diesen beiden Flossen entwickelter Hautsaum (S) hinzu. Wir benennen den Terminalflossentypus, bei dem die hintere Analis verloren gegangen und durch andere Flossen ersetzt wird, als den *gephyrocerken*¹⁾ Typus.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Ostwald, Wilhelm, Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre. Leipzig, Verlag Unesma G. m. b. H., 1918. 145 S. Preis geh. M. 5,00.

Was ein naturwissenschaftlicher Autor heute über die Farbenlehre Goethes und ihre Umbildung durch Schopenhauer zu sagen hat, ist den Lesern dieser Zeitschrift sicher bekannt. Es ist nicht mehr schwer, Goethes Lehre trotz ihrer argen physikalischen Fehler zu würdigen, nachdem E. Herings Auffassung allgemein durchgedrungen ist, daß die Farbenlehre in das Gebiet der Psychologie gehört.

Ostwalds Schrift ist leicht zu lesen. Über die Hälfte ihrer Seiten ist aus den Werken Goethes und Schopenhauers abgedruckt. Darunter auch jener fesselnde Briefwechsel, in dem der junge Schopenhauer, der sein Farbenmanuskript an Goethe geschickt hat, mit freimütiger Dringlichkeit um ein Urteil Goethes bittet, während Goethe, das Berechtigte in Schopenhauers Kritik seiner Lehre spürend, in nahezu peinlicher Weise ausweicht.

Im zweiten dieser Briefe bringt Schopenhauer ein griechisches Zitat. Ostwald ergreift die Gelegenheit, einen „Philologische Eitelkeit“ betitelten Abschnitt einzuschalten und sich gegen die Überschätzung der alten Sprachen zu äußern. Auch gibt er den nächsten 22 Seiten des Briefwechsels die eingerahmten Seitenüberschriften „Goethe und Schopenhauer. Philologische

¹⁾ κέρκος = Schwanz.

¹⁾ γέφυρα = Brücke.

Eitelkeit“. — Ostwald selbst zitiert¹⁾ deutsch, und zwar Wilhelm Busch, und den falsch. „Kinder kriegen ist nicht schwer“ stimmt nicht.

Am Schluß der Vorrede erwartet Ostwald, daß seine Untersuchung der Stärken und Schwächen in Goethes Farbenlehre dazu beitragen wird, „daß die Akten über diesen Fall endlich geschlossen werden können“. Sachlich war das Thema seit langem erledigt. Man muß jedoch wünschen, daß es wenigstens Naturwissenschaftler nie unterlassen mögen, in Goethes Farbenlehre und in dem, was ihr folgte, zu lesen. Der Kampf Goethes gegen Newtons physikalische Farbenversuche bleibt für alle Zeiten ein lehrreiches Beispiel. Zeigt es uns doch in warnender Deutlichkeit, wie Vorurteil und Schlagworte gegenüber den einfachsten Tatsachen blind machen und eine Diskussion auf das Gebiet persönlicher Verdächtigung des Gegners bringen können.

R. Pohl, Berlin.

Rohr, M. v., Die optischen Instrumente. (Aus Natur und Geisteswelt. 88. Band.) 3. Aufl. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1918. VI, 137 S. und 89 Textabbildungen. Preis M. 1,50.

Das nunmehr in 3. Auflage erschienene Büchlein unterscheidet sich von seinen Vorgängern besonders durch die bereits im Vorwort zur 2. Auflage angekündigte Neueinteilung der verschiedenen optischen Instrumente. Während diese früher in solche für subjektiven und objektiven Gebrauch eingeteilt wurden, geschieht in der vorliegenden Auflage die Anordnung nach einem mehr in der optischen Eigenart der Instrumente begründeten Gesichtspunkt. Wir kommen hierauf noch zurück.

Die beiden ersten Abschnitte dagegen, von denen der erste die Einführung der Grundbegriffe gibt und der zweite das Auge und die Brille behandelt, sind im wesentlichen die gleichen geblieben. (Die Brillen werden allerdings in der zweiten Auflage erst im III. Hauptteil besprochen.)

Im I. Abschnitt werden zunächst die Lagen- und Größenbeziehungen von Objekt und Bild entwickelt, wie sie sich innerhalb der Gaußschen Annäherung für zentrierte Linsensysteme mit Hilfe der Brenn- und Hauptpunkte nach Listing auch zeichnerisch leicht ermitteln lassen. Im Anschluß an Abbes grundlegende Untersuchungen wird dann die Strahlenbegrenzung besprochen, die als Folge der Beschränktheit der Linsendurchmesser und der Blendenöffnungen bei jedem optischen Instrument auftritt. Von der Strahlenmenge eines leuchtenden Punktes treten nämlich nur die den körperlichen Kegel füllenden Strahlen, der durch Objektpunkt als Spitze und Eintrittspupille als Basis bestimmt ist, in das Instrument ein und können also auch nur allein bei der Abbildung beteiligt sein. Das vom ganzen Instrument entworfene Bild der Eintrittspupille wird als Austrittspupille bezeichnet und hat für den Bildpunkt die entsprechende Bedeutung, die die Eintrittspupille für den Objektpunkt besitzt. Um die Seitenausdehnung des Abbildungsbereiches festzustellen, wird der Begriff der Eintrittsluke eingeführt, die einem in der Mitte der Eintrittspupille nach dem Objektraum hin beobachtenden Auge als kleinste Blende erscheint. Durch das Vorhandensein einer Eintrittspupille und einer Eintrittsluke wird der Objektraum in vier Gebiete geteilt, von denen 3 den „Gullstrandschen Strahlenraum“ des Instrumentes bilden, während das 4. Gebiet dem Instrument überhaupt keine Strahlen zur Abbildung liefert. Es werden dann wei-

ter die Verhältnisse besprochen, die dadurch eintreten, daß der Bildraum eines optischen Instrumentes auf eine Auffangfläche beschränkt ist, die in den an dortiger Stelle berücksichtigten Fällen stets eine achsensenk-rechte Ebene, die Mattscheibenebene, ist. Ihr entspricht objektseitig die Einstellungsebene. Ein räumlich ausgedehntes Objekt kann nicht auf die Mattscheibenebene optisch abgebildet werden, denn dem Objektrelief entspricht eigentlich ein Bildrelief; vielmehr erhält man eine aus Punkten und Zerstreuungskreisen zusammengesetzte Darstellung. Im Anschluß hieran wird der Begriff der Abbildskopie eingeführt und deutlich gemacht, daß diese eine Zentralprojektion des Objektreliefs ist.

Nach einigen Bemerkungen über Strahlungsvermittlung, wobei die Begriffe der relativen und der absoluten Lichtstärke eines optischen Instrumentes erläutert werden, wird die Abbildung durch die tatsächlich vorhandenen optischen Instrumente erörtert. Die Linsen, die deren optische Wirkung herbeiführen, sind meist achsensymmetrische Umdrehungsflächen, und zwar ganz überwiegend Kugelflächen. An dieser Stelle wird über den Rohstoff der Linsen, in der Regel optisches Glas, einiges mitgeteilt und kurz die Hebung der Farbfehler in optischen Instrumenten berührt. Neben diesen Fehlern werden auch noch die monochromatischen Aberrationen erwähnt; solche besitzt nämlich fast jedes optische Instrument, da die Gaußsche Abbildung nur innerhalb des die Systemachse fadenförmig umgebenden Raumes gilt.

Das Büchlein geht hierauf zu der Behandlung des Auges über, des für uns zweifellos wichtigsten optischen Instrumentes, das selbstverständlich die Benutzung anderer optischer Instrumente uns überhaupt erst ermöglicht. Nach anatomischen und physiologischen Erörterungen und der Besprechung des Sehens mit ruhendem Auge wird eingehend das direkte Sehen behandelt und auf die wichtige Rolle des Augendrehpunktes dabei hingewiesen. (Der Augendrehpunkt ist das Zentrum der Hauptperspektive.) Im Hinblick auf gewisse optische Instrumente wird ein kurzer Hinweis über die Schlüssellochperspektive gegeben und dann über den richtigen Betrachtungsabstand beim Betrachten einer geometrisch-ähnlichen Abbildskopie eines räumlich ausgedehnten Objektes gesprochen. Daran schließt sich die Behandlung des beidäugigen Sehens, wobei Gelegenheit genommen wird, über die Tiefenwahrnehmung und über das Stereoskop einiges zu sagen. Dann folgt ein Unterabschnitt über Brillen und Lesegläser. Zeigen die Augen gewisse Fehler, so werden diese durch Vorschaltung von Brillengläsern vor die Augen gehoben, wobei man je nach den optischen Funktionen der Gläser von korrigierenden Brillen, Altersbrillen usw. spricht.

Nachdem über die optischen Grundbegriffe und über das Auge gehandelt ist, wendet sich nunmehr der Abschnitt III der Besprechung der optischen Instrumente im einzelnen zu. Dabei hat v. Rohr der Stoffanordnung, wie bereits eingangs erwähnt, ein neues Einteilungsprinzip zugrunde gelegt, nach dem verdeutlichende Instrumente von wiederholenden Instrumenten unterschieden werden. Bezeichnet w^* und w' den bildseitigen Gesichtswinkel, der ohne bzw. mit Instrument zustande kommt, so kann man das Verhältnis

$$N = \frac{\tan w'}{\tan w^*}$$

als Vergrößerungszahl bezeichnen, und je nachdem N den an sich willkürlichen Zahlenwert 2 über-

¹⁾ S. 44.

steigt oder nicht, sind die Instrumente als *verdeutlichende, vergrößernde* oder als *wiederholende, orientierende* anzusprechen. Es gehören dann zur ersten Gruppe die Vergrößerungsgläser (einfache Mikroskope und Lupen), Mikroskope und Fernrohre und zur zweiten Gruppe einmal die Instrumente *ohne greifbares Zwischenbild*, zu denen die Sehrohre für Tauchboote, die Apparatur für episkopische Projektion, die medizinischen Höhlen- und Röhrengucker und das Ophthalmoskop gehören, ferner die Instrumente *zur Gewinnung eines greifbaren Zwischenbildes*, von denen die Camera obscura als Zeichenapparat und das photographische Objektiv behandelt werden, und schließlich die Instrumente *zur Betrachtung eines greifbaren Zwischenbildes*, wie der Guckkasten und Verant, das Stereoskop und der Doppelverant und die Einrichtung für die Projektion mit Glasbildern. Dabei werden die aus dem ersten Abschnitt bekannten Grundbegriffe der Lagen- und Größenbeziehung, der Strahlenbegrenzung und Strahlenvermittlung in den wichtigsten Fällen am Instrument besprochen. Die Theorie des Mikroskopes macht es notwendig, die den Betrachtungen des Büchleins sonst durchweg zugrunde liegenden Annahmen der geometrischen Optik durch solche über die physikalische Natur des Lichtes zu ergänzen, d. h. Überlegungen der Beugungstheorie mit zu verwerthen. Auch die Strahlenvereinigung, über die ebenfalls der erste Abschnitt bereits einiges allgemein mitteilt, wird verschiedentlich erörtert. So wird z. B. für das photographische Objektiv die Bedeutung der chromatischen Fehler, der sphärischen Aberrationen, des Astigmatismus, der Bildfeldkrümmung und schließlich auch der Verzeichnung behandelt.

Ein ausführliches Namen- und Sachregister am Schluß des Büchleins wird seine Benutzung erleichtern. Auch die 3. Auflage, die außer durch die durchgreifende Änderung in der Systematik der optischen Instrumente, durch Ergänzungen und Erweiterungen sich von den früheren auszeichnet, wird ihres reichen Inhalts wegen, der durch die vielen historischen Daten auch einen kurzen Abriß der Geschichte der optischen Instrumente bietet, viele Freunde finden. Die Absicht des Verfassers, „eine dem heutigen Stande der Wissenschaft und Technik entsprechende Darstellung für verständnisvolle Benutzer“ zu geben, ist voll und ganz erreicht.

W. Merté, Jena.

Graetz, L., *Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus*. Bd. III, Lieferung 1. Leipzig, J. A. Barth. 1914. V, 180 S. und 35 Abbildungen. Preis M. 7.20.

Band III, Lieferung 1 des Graetzschen Handbuches behandelt die Radioaktivität und die photoelektrischen Erscheinungen.

Die Radioaktivität hat durch Herrn Geiger eine sehr glückliche, sich in den Rahmen eines Handbuches der Elektrizität vorzüglich einfügende Bearbeitung gefunden. In den Vordergrund der Darstellung ist diejenige der radioaktiven Strahlen gerückt worden, die die ersten vier Abschnitte (α -, β -, γ - und Rückstoßstrahlen) umfaßt; dann folgt eine kurze Darstellung der Zerfallstheorie und der radioaktiven Substanzen selbst.

Herr Geiger ist selbst an dem Aufbau unserer Kenntnis über die radioaktiven Strahlen in hervorragender Weise beteiligt gewesen. Dies gereicht der Behandlung des Stoffes zum größten Vorteil. Die Darstellung trifft in kurzen, klaren Worten immer das Wesentliche, die Arbeitsmethoden werden in ausreichender Weise skizziert, die Literatur in Vollständigkeit

herangezogen. Oft werden über die Entwicklung eines Arbeitsgebietes interessante Angaben gemacht, die nur ein so unmittelbar daran Beteiligter wie der Verfasser geben konnte.

Auch die Photoelektrizität, d. h. die auf Abspaltung negativer Elektronen unter der Wirkung der Strahlung zurückzuführenden Erscheinungen haben durch Herrn v. Schweidler eine vortreffliche Bearbeitung gefunden.

Die Darstellung ist in zwei Hauptteile gegliedert: im ersten werden, im großen und ganzen der historischen Entwicklung folgend, die Hauptformen und charakteristischen Erscheinungen, hauptsächlich nach der qualitativen Seite hin behandelt. Die Überschriften der einzelnen Kapitel dieses Teiles seien zur Charakterisierung dieses Abschnittes wiedergegeben: Beeinflussung selbständiger Entladungen, photoelektrische Ströme in Gasen, positive Elektrisierung ungeladener belichteter Körper, Ionisierung der Gase durch Licht, Photoelektrischer Effekt in flüssigen Dielektrika, Nebenzirkulationen des Lichtes (Zerstäubung, Kondensationskerne), photoelektrische Erscheinungen im Vakuum.

Der zweite Hauptteil bringt dann in mehr systematischer Weise, von der Aussendung der negativen Elektronen als Grundphänomen ausgehend, die quantitativen Gesetzmäßigkeiten und ihre theoretische Begründung.

Die Literatur ist vollständig berücksichtigt. Der Wunsch nach einer etwas breiteren Darstellung wird vielleicht an einigen Stellen diesem oder jenem Leser aufkommen, besonders weil speziell bei den lichtelektrischen Erscheinungen nicht immer Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Beobachtern vorhanden ist. Deswegen würde auch eine etwas eingehendere Behandlung der Versuchsanordnung von wichtigen neueren Arbeiten vielen Lesern Nachschlagearbeit ersparen.

E. Regener, Berlin.

Schüle, W., *Technische Thermodynamik*. Erster Band:

Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen. Dritte Auflage. Berlin, Julius Springer, 1917. XII, 553 S., 244 Textfiguren und 7 Tafeln. Preis geb. M. 16,—.

Daß nach verhältnismäßig kurzer Zeit eine Neuauflage des bekannten Werkes notwendig geworden ist, spricht allein schon für dessen Güte und Brauchbarkeit. In der neuen Auflage ist die Einteilung des Stoffes im wesentlichen die gleiche geblieben wie in der zweiten Auflage (vgl. diese Zeitschrift 1915, S. 502), jedoch haben verschiedene Abschnitte Änderungen und Ergänzungen entsprechend den Ergebnissen neuerer Forschungsarbeiten erfahren.

Neu hinzugekommen sind Abschnitte über „Verbrennungstemperatur“ und „Abgasverluste“, außerdem über die Strömung mit Überschallgeschwindigkeit bei einfachen und bei schräg abgeschnittenen Mündungen. Ferner wurde die Behandlung der Verdichtungsströmung mit Widerständen, der Energieverhältnisse bei der Flugmaschine und der Kälteerzeugung durch Wasserdampf nach dem Verfahren von Josse und Gensecke aufgenommen. Von den Abschnitten, die eine weitergehende Umarbeitung erfahren haben, seien diejenigen über die spezifische Wärme der mehratomigen Gase und der Feuergase erwähnt, ferner der Abschnitt über den Spannungsverlust in Rohrleitungen, der im Anschluß an die Untersuchungen von Blasius, sowie von Saph und Schoder, Biel, Fritzsche und Ombeck auf Grund des Ähnlichkeitsgesetzes ausgearbeitet ist; die ange-

gebenen Tafeln und Schaubilder ermöglichen, den Druckabfall in weiten Grenzen zu berechnen.

Über die Zweckmäßigkeit, die Energieverhältnisse der Flugmaschine in einem Lehrbuch der Thermodynamik ausführlich zu behandeln, kann man wohl verschiedener Meinung sein; dies um so mehr, als auch in der neuen Auflage die wärmetechnisch ungleich wichtigere Frage des Wärmeüberganges nicht berührt wird. Im übrigen muß jedoch anerkannt werden, daß der erste Band der Schüleschen Thermodynamik als ein besonders geeignetes Lehr- und Nachschlagebuch, namentlich im Hinblick auf die technischen Anwendungen, anzusehen ist. *G. Zerkowitz, München.*

Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik.
5. Auflage. Leipzig, Veit & Comp., 1917. VIII, 290 S. und 5 Figuren. Preis geb. M. 10,—.

Die vorliegende 5. Auflage des bekannten Planckschen Buches ist im wesentlichen ein unveränderter Abdruck der 4. Auflage. Da beim Erscheinen der 4. Auflage das Werk in dieser Zeitschrift (Jahrgang 2, S. 19, 1914) vom Referenten eingehend gewürdigt wurde, so erübrigt sich jetzt eine erneute Besprechung.

F. Reiche, Berlin..

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 6. Mai hielt Herr *Otto Bock* einen Vortrag über den **Raubvogelreichtum in der Umgebung Berlins vor 50 Jahren** und führt folgendes aus: Sperber, Wanderfalk, Baumfalk und Hühnerhabicht brüteten überall in der Umgebung Berlins. Ein Hühnerhabichtpaar horstete viele Jahre hintereinander im Grunewald bei Schildhorn und benutzte stets denselben Horst. Ein Wanderfalkenpaar hatte seinen Horst auf einem von Ameisen besetzten Baum angelegt, ohne sich durch die Ameisen, die auch den Horst bevölkerten, stören zu lassen. An der Havel zwischen Schildhorn und Wannsee befanden sich 2 Kolonien der roten Gabelweihe. Die eine bestand aus 5—6 Horsten, die zweite aus 3 Horsten, zwischen denen je ein Wanderfalkenpaar nistete. Der rote Milan benutzte zum Ausbau des Horstes mit Vorliebe Lumpen und alte Kleidungsstücke, während der schwarze Milan die so zahlreich im Grunewald umherliegenden Papierreste hierfür verwandte. Außer dem Grunewald waren die Tegeler Forst, die Jünsdorfer Heide, die Spandauer Forst, und der Brieselang gute Raubvogelreviere. Im Brieselang und der weiteren Umgebung standen damals 5 Schreiadlerhorste. Der Fischadler war in der Dubro besonders häufig, wo der Vortragende im Jahre 1880 7 besetzte Horste an einem Tage fand. Im Cremmener und Havelländischen Luch war die Rohrweihe ein äußerst häufiger Vogel.

Den Berliner Tiergarten bevölkerte der Turmfalk in großer Anzahl. 10—12 Horste dieses nützlichen Raubvogels konnte Herr *Bock* fast in jedem Sommer feststellen.

Von anderen Vögeln, die vor einem halben Jahrhundert noch verhältnismäßig häufig in der näheren Umgebung Berlins vorkamen, verdienen der Fischweiher und der Kolkrahe hervorgehoben zu werden. Im Vergleich zu jener Zeit ist heute die Raubvogelwelt in der Umgebung Berlins sehr verarmt. Außer dem Turmfalken und dem Mäusebussard, die auch lange nicht mehr so häufig sind wie ehemals, kommen noch vereinzelt der rote und der schwarze Milan vor, sowie die Weihen im Wiesengelände und Luch. Schreiadler, Fischadler, Hühnerhabicht und Wanderfalk gehören

dagegen der Vergangenheit an. Wenn sich auch hin und wieder einmal einzelne Stücke zeigen, so ist von einem regelmäßigen Vorkommen dieser prächtigen Vögel leider nicht mehr die Rede.

Die einzige Gegend in der weiteren Umgebung Berlins, wo der Vortragende noch bis vor wenigen Jahren einen etwas größeren Raubvogelbestand feststellen konnte, ist die Müncheberger Stadtforst. Hier fand Herr *Bock* noch in den Jahren 1914—16 den Wanderfalken, Hühnerhabicht und den schwarzen Milan als Brutvogel.

Die Abnahme der Raubvogelwelt setzte Mitte der 80er Jahre ein, als durch die Jäger ein größerer Abschluß der Raubvögel zur Hebung der Niederjagd ins Werk gesetzt wurde.

In der sich anschließenden Diskussion wurde von verschiedenen Seiten hervorgehoben, daß an der starken Verminderung der Raubvögel in der Umgegend Berlins vor allem die Eiersammler eine große Schuld trifft, die zum Teil aus Gewerbszwecken wenig schonend vorgegangen sind und alle Gelege, deren sie habhaft werden konnten, ausraubten. Hoffentlich wird die moderne Naturschutzbewegung auch in dieser Beziehung heilsam einwirken und der verödeten Natur wieder zu ihrem Recht verhelfen.

F. von Lucanus.

Meteorologische Mitteilungen.

Einfluß der Sonnenumdrehung auf die meteorologischen Elemente. Zu diesem Gegenstand liegt in Heft 9, Jahrg. 1916 der Meteorologischen Zeitschrift eine neue Untersuchung von *H. Henze* vor, der sich die Aufgabe gestellt hat, an Hand der meteorologischen Beobachtungen zu Potsdam die Abhängigkeit von Vorgängen in der Erdatmosphäre von der Sonnenrotation zu prüfen. Es handelt sich also nicht um einen Einfluß der Sonnenflecken. Vielmehr müßte zur Erklärung des Bestehens eines Wärmepols auf der Sonnenoberfläche in Betracht gezogen werden, der einen der synodischen Umdrehungszeit folgenden Wechsel der Strahlung verursacht, eine Annahme, die einigermaßen unwahrscheinlich ist und mit astronomischen Erfahrungen vorläufig nicht gestützt werden kann. Da das Auftreten von Flecken geeignet ist, den regelmäßigen Verlauf der Erscheinung zu stören, so zieht *Henze* für seine Untersuchungen vor allem die fleckenarmen Jahre 1911 und 1912 heran und greift erst dann auf die Zeit bis 1903 zurück. Vor allem wurde die Temperatur untersucht. Eine Einwirkung der Flecken schien sich insofern zu zeigen, als sich die Tage, an denen größere Gruppen am Sonnenrand erschienen oder verschwanden, meist durch einen vorübergehenden Niedrigstand der Temperatur auszeichneten, sowohl in der fleckenarmen als in der fleckenreichen Zeit. Aus dem allgemeinen Verlauf der Temperatur glaubt der Verfasser auf eine Periode von 26 Tagen schließen zu können. Der genauere Wert ist 26,06 Tage und stimmt völlig überein mit der beobachteten Umlaufdauer der Sonnenfackeln, während für die Flecken 26,82 Tage gefunden wurde. Die einzelnen Jahreswerte der Temperaturperiode von 1903 bis 1912 schwanken zwischen 25,4 und 26,6 Tagen. Auf das Jahr fallen etwa 14 Perioden. Die anderen meteorologischen Elemente zeigen den periodischen Wechsel weniger deutlich. — Der Verfasser wirft alsdann die Frage auf, ob die Wellen der Periode stehend oder fortschreitend sind und entscheidet sich für die zweite Annahme. Aus den Aufzeichnungen verschiedener, auf nahezu der gleichen Breite mit Potsdam ge-

legener Stationen in Japan und Amerika schließt er auf eine Geschwindigkeit des Wellenscheitels von 14,0 Längengraden am Tag oder, auf der Breite von 509, etwa 42 km in der Stunde. „Daß diese sich in ihrer Größe unabhängig von Wasser und Land zeigt, möge als letzter, aber nicht unwichtigster Hinweis auf den kosmischen Ursprung der Erscheinung überhaupt angeführt werden.“ Mit diesen Worten schließt der Verfasser seine Ausführungen, scheint aber zu übersehen, daß das Fortschreiten der Welle, wenn es überhaupt stattfindet, gegen einen Zusammenhang mit der Sonne spricht. Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß Schwankungen der Sonnenstrahlung, wie sie der hypothetische „Wärmepol“ im Gefolge haben würde, einen gleichlaufenden Gang der Temperatur an allen Orten der Erde gleichzeitig bzw. mit einem von der Erddrehung abhängigen Phasenunterschied auslösen würden. Eher wäre man versucht, das Wandern des Wellenscheitels mit dem Mond in Verbindung zu bringen, doch ist hierbei erfahrungsgemäß größte Vorsicht am Platze. — Die Vermutung einer mit der Sonnenrotation zusammenfallenden Strahlungs- und Temperaturperiode ist nicht neu. Wie *Henze* in der Einleitung seiner Arbeit anführt, sind ähnliche Ergebnisse während der letzten 70 Jahre vielfach erhalten, andererseits aber auch immer wieder in Zweifel gezogen worden. *S. Newcomb* spricht sich in einer zusammenfassenden Untersuchung (1908) dahin aus, daß ein der Sonnenrotation folgender Wechsel der Strahlung wohl möglich sei, daß dessen Einfluß aber jedenfalls zu gering sei, um im Gang der Lufttemperatur nachgewiesen werden zu können. Dies ist auch die heute noch vorherrschende Ansicht. Deutlicher ausgeprägt erscheint die Periode in den erdmagnetischen und elektrischen Erscheinungen: Polarlichtern, Erdströmen, Gewittern und Luftelektrizität, wohl aber in engerem Zusammenhang mit der Fleckentätigkeit.

Im gleichen Heft der *Met. Zeitschr.* weist *J. Maurer* in Zürich auf einen **Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den Haloerscheinungen** (Sonnenringen und Nebensonnen) hin und führt als Beispiel seine Beobachtungen von Juni 1916 an. Gleichzeitig mit dem Vorübergang eines großen Fleckengebietes und dem Auftreten zahlreicher Protuberanzen und Fackeln zeigte sich eine auffallende Vergrößerung des Dunstkranzes der Sonne, der zeitweilig sogar von dem bekannten bräunlichen Rande eingefasst erschien (Bishopscher Ring). Auch aus dem Juli 1915 liegen ähnliche Erfahrungen vor. Die unmittelbare Ursache ist eine Trübung der obersten Schichten unserer Atmosphäre, als deren tieferer Anlaß vielleicht die erhöhte Aussendung von Kathodenstrahlen seitens der Sonne anzunehmen ist.

Atmosphärische Polarisation. Bekanntlich ist das zerstreute Himmelslicht stets teilweise polarisiert mit Ausnahme weniger, in naher Beziehung zum Sonnenort stehender „neutraler“ Punkte, die man nach ihren Entdeckern als den Aragoschen, Babinetischen und Brewsterschen Punkt bezeichnet. Die Polarisation kommt dabei sowohl durch Reflexion als durch Brechung des Lichts zustande. Unter der Voraussetzung, daß sich diese Vorgänge überwiegend in den dichtesten unteren Schichten der irdischen Lufthülle, der etwa 11 km hohen, nach oben hin ziemlich scharf begrenzten Troposphäre abspielen, behandelt *A. Hofmann* in der meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“ (35. Jahrgang, 1918, Heft 1/2) das Problem der atmosphärischen Polarisation, indem er den von irgend einem Orte aus der Beobachtung zugänglichen Teil der

Troposphäre als Plankonvexlinse von 11 km Durchmesser und 377 km Radius der ebenen Fläche, bzw. die obere Begrenzungsfläche als entsprechenden Hohlspiegel betrachtet. Er gelangt zu der Ansicht, daß das Polarisationsbild des Himmels in der Hauptsache durch die Brennnlinie bestimmt wird, die entsteht, wenn das Sonnenlicht die Linse oder den Spiegel unter einem spitzen Neigungswinkel trifft und schließt weiter, daß durch herannahende Luftdruckströmungen (barometrische Maxima und Minima) und die damit verbundene unregelmäßige Gestaltung der Linsen- oder Spiegelfläche eine Veränderung der Brennnlinie und damit des Polarisationsbildes verursacht werden müsse. Daraus ergibt sich die Nutzenanwendung für die praktische Witterungskunde insofern, als man das Herannahen von Zyklonen ohne weitere Beobachtungen lediglich aus dem Polarisationszustand des Himmels erkennen könne. Der Verfasser meint, daß bei entsprechendem Ausbau des Verfahrens von wenigen Stationen aus der Gang der Luftdruckänderungen in ganz Europa zu verfolgen wäre. Die unter dem Einfluß des großen Sturmes vom 25. November 1917 stehenden, am vorhergehenden und folgenden Tage beobachteten Himmelsbilder werden wiedergegeben und lassen die bezüglichen Unregelmäßigkeiten erkennen. — Der gegebene Hinweis ist allenfalls beachtenswert. Ob sich die vom Verfasser daran geknüpften Hoffnungen verwirklichen, muß abgewartet werden. Die Ergebnisse bedürfen wohl noch der Nachprüfung. Es sei daran erinnert, daß die atmosphärische Polarisation nach längerer Unterbrechung eigentlich erst in den letzten Jahren wieder erhöhte Beachtung gefunden hat.

Am gleichen Ort gibt *R. Assmann* einen **Nachruf für Rudolf Fueß**, einen um die Wetterkunde hochverdienten Mann, Inhaber einer weltbekannten Mechanikerfirma in Steglitz bei Berlin, der am 21. November 1917 im Alter von 79 Jahren gestorben ist. *Fueß* ist aus kleinen Verhältnissen hervorgegangen und hat sich vom einfachen Mechanikergehilfen emporgearbeitet. Sein Konstruktionstalent und außergewöhnliches Geschick befähigten ihn, sowohl die von den Fachgelehrten angegebenen Instrumente in glücklichster Weise auszuführen als auch selbständig solche zu erfinden und Verbesserungen anzubringen. Bekannt sind unter vielen anderen das Wild-Fueßsche Gefäßbarometer, ferner seine nach dem Prinzip des Wagebalkens gebauten Barographen und Thermographen und das von *Assmann* erfundene, durch *v. Sigefeld* und *Fueß* konstruktiv ausgearbeitete und verbesserte Psychrometer, eines der wichtigsten Hilfsmittel der heutigen Witterungskunde. *Fueß* war auch bei der Gründung der Zeitschrift für Instrumentenkunde und der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin beteiligt.

Auf die **Wichtigkeit von Wolkenbeobachtungen** weist *W. Köppen* in *Met. Zeitschr.* 1918, Heft 1/2 hin, indem er u. a. schreibt: „Wir müssen in die Lage kommen, aus den Formen der Wolken, soweit sie sichtbar sind, die Zustände der betreffenden Luftmassen ablesen zu können, z. B. Temperaturinversionen mit einiger Sicherheit vom Boden aus zu erkennen usw. Bis jetzt wissen wir fast nur aus Freiballonfahrten einige interessante Tatsachen darüber. — Aus dem Überliegen der Cumulus-Köpfe können wir manchmal auf Unterschiede in der Strömung übereinanderliegender Schichten schließen; die Entstehung der Cirrus-Fäden aus denselben Ursachen durch „Ausspinnen“ ist vermutet, für andere Fälle ihre Natur als Fallstreifen; Andeutungen über die Beziehung der cir-

rösen Auskämmungen und Schirme am Cumulo-Nimbus zu Temperaturinversionen liegen vor; aus der scharfen Begrenzung von Cumulus-Köpfen ersehen wir, daß dort der Feuchtigkeitszustand benachbarter Luftmassen sehr verschieden ist, wohl durch das Eindringen feuchter Wirbelringe in trockenere Schichten und anderes mehr; aber alles mit wenig scharfen Beweisen.“ — Die Entstehung der scharfbegrenzten traubenartigen Form des Cumulus, wie er bei Gewittern auftritt, durch mechanisches Emportreiben eines feuchtigkeitsgesättigten Luftstroms in trockenere Schichten, hat der gleiche Verfasser bereits früher (*Met. Zeitschr.* 1916, Heft 9) behandelt. Besonders erwünscht wäre eine Verbindung von Wolkenbeobachtungen mit Drachenaufstiegen oder Pilotvisierungen, doch auch sonst können sorgfältige Beobachtungen dieser Art zu brauchbaren Ergebnissen führen.

Beim Studium der Verwitterung hat man mehrfach die Erfahrung gemacht, daß diese nicht an der eigentlichen Wetterseite, sondern an der Südseite von Gebäuden am stärksten auftritt, so z. B. beim Straßburger Münster, beim Kölner Dom sogar an den gegen Südost gerichteten Wänden. Zur Erklärung zieht Prof. Rudel, Nürnberg (*Met. Zeitschr.* 1918, Heft 1/2) den Frostwechsel heran und meint wohl mit Recht, daß durch die Aufeinanderfolge der nächtlichen Eisbildung und des Auftauens infolge der Sonnenstrahlung eine stärkere Zerstörung der äußeren Schichten des Gesteins stattfindet als durch Regen und Wind an der Wetterseite. C. H.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. (Erste Mitteilung, A. Thienemann, *Archiv für Hydrobiologie* XII, 1918, S. 1—65.) Im Außen-Schaalsee nimmt im Hochsommer der Sauerstoffgehalt des Wassers im Gebiete der thermischen Sprungschicht nicht ab, sondern zeigt bis zum Seegrunde hohe Werte (in 45 m = 64,6 % der Sättigung Sauerstoff, in 65 m 60 %); der Außen-Schaalsee gehört in dieser Beziehung zum gleichen Typus wie die großen Alpenseen, die tiefen Eifelmoore und einige nordamerikanische Seen. Bei den übrigen elf im August 1916 untersuchten Seen, sowie bei den abgeschlossenen Seitenbecken des Schaalsees sinkt der Sauerstoffgehalt im Gebiete der Sprungschicht plötzlich in hohem Maße; in der Seetiefe schwankt er bei diesem Typus zwischen 58 % der Sättigung und 0 %. Dieser Unterschied zwischen beiden Seetypen beruht auf Verschiedenheiten in der Stärke der Planktonproduktivität (gering im Außen-Schaalsee, hoch in den übrigen Seen). — Untersuchungen in der Eifel und an verschiedenen Seen anderer Gegenden hatten es wahrscheinlich gemacht, daß die Tiefenfauna von Seen, deren Sommertiefenwasser einen hohen Sauerstoffgehalt aufweist, stets durch die Massenentwicklung einer Chironomidenart der Tanytarsusgruppe (*Lauterbornia* m.) charakterisiert ist, während in Seen mit niedrigem Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers Arten der Gattung *Chironomus* (aus der *Plumosus*-gruppe) der Tiefenfauna ihr Gepräge geben. Die Untersuchung der norddeutschen Seen zeigt, daß auch hier dieser Zusammenhang zwischen Tierwelt und Sauerstoffgehalt besteht: Außen-Schaalsee (O_2 -Gehalt der Tiefe, 56—67 % der Sättigung) und Madüsee (O_2 -Ge-

halt der Tiefe 56—58 %) sind echte Tanytarsusse; alle übrigen Seen Chironomusse. (Bei ihnen schwankt — sieht man von einigen in ihrer Stellung noch nicht ganz sicher bestimmten Seen ab — der O_2 -Gehalt der Tiefe zwischen 37 und 0 %.) Weiter scheint auch das Auftreten der nur in Chironomusse beobachteten *Corethralarve* in engen Beziehungen zum O_2 -Gehalt zu stehen; in Chironomusse mit mittlerem O_2 -Gehalt des Sommertiefenwassers (ca. 35—50 %) fand sie sich ebenso wenig wie in den Tanytarsusse, in Seen mit niedrigem O_2 -Gehalt (ca. 37—0 %) trat sie in Mengen auf. Doch müssen hier eingehendere Untersuchungen erst völlige Klarheit schaffen. Diese Feststellungen über die Beziehungen zwischen Chemismus des Wassers und Zusammensetzung der Fauna sind auch von Bedeutung für die Praxis der biologischen Wasseranalyse.

Auch für die Verbreitung der Coregonen, insbesondere der norddeutschen Maränen aus dem Verwandtschaftskreis von *Coregonus maraena*, spielt der sommerliche Sauerstoffgehalt der Seetiefe eine ausschlaggebende Rolle. Halten sich doch diese Fische in der warmen Jahreszeit nur in der Seetiefe auf. Die große Maräne lebt in Norddeutschland nur im Madüsee, Gelenter See und Außen-Schaalsee, und diese drei Seen weisen den höchsten Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers von allen untersuchten Seen auf (Schaalsee 56—65 %, Madüsee 56—58 %, Gelenter See 58 %; die übrigen Seen 37 bis 0 %!). Geographisch-geologisch bedingt ist die Beschränkung dieser Maränen auf das Ostseegebiet; milieubedingt aber ist es, in welchen Seen des Ostseegebietes die große Maräne eine dauernde Wohnstätte fand.

Autoreferat.

Ostracoden sind im Rheinischen Unterdevon durchaus keine Seltenheiten, darüber darf man sich bei den nur vereinzelt Angaben über diesen Gegenstand nicht täuschen lassen. Diesen Gedanken hat Cl. Leithold in einer zusammenfassenden Literaturstudie¹⁾ betont, in der er zeigt, daß man in ähnlicher Weise wie bei den Cypridinschiefern des Oberdevon auch von einer Ostracodenfacies des Rheinischen Unterdevon sprechen kann. Sowohl im rechtsrheinischen wie im linksrheinischen Unterdevon sind 15 Arten Muschelkrebse festgestellt worden. Das Vorkommen ist durchaus nicht immer ein vereinzelt, sondern häufig auch ein massenhaftes, ganze Lagen erfüllendes, wobei die Zahl der Arten sehr spärlich, die der Individuen sehr groß zu sein pflegt. Da die Ostracoden des Unterdevons in reinsandigen wie in eisenschüssigen Lagen, in Ton-schiefern wie in Kalken auftreten, kann man ihr Vorkommen als recht unabhängig von der petrographischen Gesteinsbeschaffenheit bezeichnen. W.

Bestachelte Schnauzenschilder von rheinischen Homalonoten. Clarke hat die Meinung vertreten, daß der Besitz eines Stachels auf dem von ihm zu Unrecht *Epistoma* benannten *Scutum rostrale* eine Besonderheit der Homalonoten des Devons der südlichen Halbkugel sei. Zwei verschiedene Formen von Schnauzenschildern mit einem aus einem Mittelkiel hervorgehendem Stachelfortsatz aus den Untercohlen-Schichten von Oberstadtfeld in der Eifel, die R. und E. Richter²⁾ abbilden, beweisen, wie wenig das zutrifft. Die

¹⁾ Über die Verbreitung der Ostracoden im Unterdevon rheinischer Facies. *Centralbl. für Min., Geol.* u. Pal. 1917, Nr. 7, S. 163.

²⁾ Bemerkungen über das Schnauzenschild (*Scutum rostrale*) bei Homalonoten. *Centralbl. für Min., Geol.* u. Pal. 1917, Nr. 5, S. 114.

Schnauzenschilder des deutschen Vorkommens sind vorn nicht geradlinig begrenzt, wie bei *Homalonotus noticus* Clarke, sondern winkelig, so daß sie der Gestalt nach einem Deltoid gleichen. Der Stachel wird wohl das schaufelförmige Kopfschild beim Wühlen im Schlamm unterstützt haben. Die Kenntnis des Schnauzenschildes der Homalonoten in Europa geht auf Bronn zurück, der beobachtete, wie sich zwei Nähte auf den umgeschlagenen Saum des Kopfes fortsetzen. Von Burmeister rührt die Bezeichnung *Scutum rostrale* her für Platten, die sich nicht selten zwischen Mittelschild und Hypostom der Trilobiten einschalten. Eine unzureichende Abbildung dieser Platte gab Barrande, eine bessere die Brüder Sandberger. Koch hielt in seiner Homalonoten-Monographie (Kgl. Pr. Geol. Landesanstalt, Berlin 1883) das Schnauzenschild der Gattung für das Hypostom. So wird es begreiflich, daß auch nach Auffindung des in England schon länger bekannten wirklichen Hypostoms das Schnauzenschild in Vergessenheit geriet und seine Bedeutung nicht weiter geklärt wurde. — Der Name „Epistom“ ist für das Schnauzenschild zu vermeiden. Er rührt von Barrande her, der ein völlig isoliertes Schild unter dem Kopfschild nachgewiesen zu haben glaubte, das aber nichts anderes als das ins Kopfinnere verlagerte und verdrückte Hypostom selbst war. W.

Die röntgenographische und röntgenoskopische Anwendung der Rasterstereoskopie. Bei der Betrachtung eines Röntgenbildes auf dem Leuchtschirm muß man beachten, daß man von dem Objekt ein nach dem Prinzip der Zentralprojektion entstandenes Bild erhält, das unter erheblichen Zerrungen leidet und das Objekt nur in unvollkommener Weise wiedergibt. A. Hasselwander (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. 24, S. 580, 1917) berichtet über eine Methode, bei welcher der Radioskopie die natürliche Plastik und Körperhaftigkeit verliehen wird. Die Methode beruht auf folgender Grundlage: Dicht vor der photographischen Platte wird ein Strichraster aufgestellt, d. h. eine Platte, die aus einem System paralleler, gleichbreiter und in ebenso großen Abständen voneinander stehender Linien bedeckt ist. Die Aufnahme geschieht mit einer Stereorröhre, d. h. mit einer Röntgenröhre mit zwei in bestimmtem Abstand voneinander stehenden Antikathoden. Der Abstand der Röhre von der Platte und des Rasters über der Platte sind so zu wählen, daß das Röntgenlicht der einen Antikathode genau in die Schattenräume fällt, die die Rasterstreifen gegenüber dem Licht der anderen Antikathode erzeugen. Dafür fallen dann die Lichtstreifen von dieser Antikathode wieder in die Schattenstreifen der anderen und es entsteht ein Streifenbild, das sich aus Bildern zusammensetzt, die abwechselnd von der rechten und der linken Antikathode erzeugt worden sind. Betrachtet man das so entstehende Bild auf dem Leuchtschirm durch einen zweiten, dem ersten analogen Raster, so wiederholt sich der Gang der Lichtstrahlen auf dem Wege von der Platte zu den beiden Augen in umgekehrter Reihenfolge. Für das rechte und für das linke Auge werden durch die Rasterlinien jeweils die Hälften der Bildstreifen gedeckt, und die beiden Augen sehen zwei verschiedene Bilder und betrachten daher den Gegenstand genau so wie im gewöhnlichen Stereoskop. Der Bildeindruck ist demnach ein körperlicher. Der Verfasser bespricht die verschiedenen Fehler, die bei nicht genauer Einstellung der verschiedenen Abstandsmaße

auftreten können und zeigt, daß trotz mancher theoretischer Schwierigkeiten eine praktische Lösung des Problems möglich ist. Die Methode kann nicht nur zur direkten Beobachtung auf dem Leuchtschirm benutzt werden, sondern auch zu einer neuen Aufnahmetechnik führen. Es wird so möglich sein, ohne Plattenwechsel stereoskopische Röntgenogramme aufzunehmen und durch Momentaufnahmen stereoskopische Bilder zu erzeugen. Das war bei den bisherigen stereoskopischen Methoden nicht möglich, da immer zwei Aufnahmen nacheinander zu machen waren. P. Lg.

Kombinierte Taschenuhr für Sternzeit und mittlere Zeit. E. Strömgen und J. Olsen konstruierten eine Taschenuhr, die mit fünf Zeigern auf derselben Schauseite gleichzeitig Sternzeit und mittlere Zeit angibt. Ein Sternzeitsekundenzeiger ist nicht vorgesehen. Ist das Zeigersystem für mittlere Zeit in Gang oder wird es gestellt, so laufen die Sternzeitzeiger im Verhältnis 366:365 mit, oder bleiben in Ruhe, je nachdem man das Übertragungswerk ein- oder auskuppelt. Sind die Zeiger einmal zu Anfang richtig eingestellt, so hat man nur noch gelegentlich die Uhrkorrektur auf mittlere Zeit zu beobachten (durch Abhören drahtloser Zeitsignale usw.), um gleichzeitig auch die Uhrkorrektur auf Sternzeit zu kennen. Da das angewandte Übersetzungsverhältnis 366:365 den astronomischen Sollwert etwas übersteigt, so gewinnt das Sternzeitwerk jährlich 57 Sekunden Vorsprung, der sich jährlich einmal durch Anhalten ausgleichen und in der Zwischenzeit leicht berücksichtigen läßt. Die Uhr hat 61 mm Durchmesser und wird für 450 Kronen in den Handel gebracht.

Schwache, raschbewegte Sterne bei δ Arietis. In der Nachbarschaft des Sterns 4. Größe Delta Arietis fand M. Wolf eine Gruppe von fünf schwachen Sternen, die eine auffällig rasche, fast parallele Bewegung am Sternenhimmel zeigen. Die Bewegung zeigt annähernd nach dem Anti-Apex der Sonne, läßt sich also größtenteils als bloße parallaktische Verschiebung infolge der Bewegung unseres Sonnensystems erklären. Die Sterne sind 11. bis 14. Größe, der schwächste hat die schnellste Eigenbewegung, nämlich jährlich $1''74$, und würde sich nach Wolf vorzüglich zur Parallaxenmessung eignen, da er von mehreren ruhenden Sternen von ähnlicher Helligkeit umgeben ist (Astr. Nachr., Bd. 206, Nr. 4922, S. 13).

Parallaxe und Dimensionen des Ringnebels in der Leyer. Nach einem Referat in der Londoner „Nature“, vol. 100, Nr. 2512, S. 313, fand A. van Maanen für den im Mittelpunkt des Ringnebels in der Leyer sichtbaren Stern 14. Größe die Parallaxe $+0''004$. Falls sich der Wert bestätigt, würde die große Achse des Rings — sofern er physisch mit dem Zentralstern zusammengehört — 330 mal so groß sein wie der Durchmesser der Neptunsbahn.

Einen neuen veränderlichen Stern sechster Größe entdeckte Fr. Schwab im Sternbilde des Fuhrmanns bei $\alpha = 6^h 27^m 6^s$, $\delta = +32^\circ 30' 9''$. Er gehört dem durch Algol repräsentierten Verdunkelungstypus an. 25,5 Stunden lang ist er sechster Größe, dann zieht im Verlauf von 4,5 Stunden ein dunkler Begleiter vor dem Stern vorüber, so daß dessen Helligkeit auf 6,5-te Größe herabsinkt. Die nächsten 25,5 Stunden ist der Stern wieder sechster Größe, und so fort. (Astr. Nachr. Bd. 206, Nr. 4928, S. 67.) O. B.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 35.

30. August 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Probleme der Glasforschung. I. Von Dr. E. Zschimmer, Jena. S. 509.

Methoden und Ziele der Paläobiologie. Von Dr. Othenio Abel, Wien. (Schluß.) S. 514.

Besprechungen:

Haecker, Valentin, Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik). Von A. Handlirsch, Wien. S. 520.

Zade, A., Der Hafer. Von v. Rümker, Berlin-Nikolassee. S. 521.

Zuschriften an die Herausgeber:

Riffelbildung und gleitende Reibung. Von O. Baschin, Berlin. S. 521.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 522.

Das
strahlend weiße Licht

OSRAM- AZO

Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:

OSRAM-AZOLA

Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

AuerGesellschaft, Berlin O. 17.



Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschienen:

Raum — Zeit — Materie

Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie

Von **Hermann Weyl**

Preis M. 14.—

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage

Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

30. August 1918.

Heft 35.

Probleme der Glasforschung. I.

Von Dr. E. Zschimmer, Jena.

Zum Begriff des technischen Glases.

Unter „Glasforschung“ verstehe ich ein besonderes Gebiet der „technischen Naturforschung“. Das Ziel dieser Wissenschaft wurde, im Zusammenhang mit der Gründung naturwissenschaftlich-technischer Forschungs-Institute, schon allgemein behandelt¹⁾ und in die Forderung kurz zusammengefaßt: „Gründliche exakt wissenschaftliche Aufklärung über die Natur der technischen Dinge und Vorgänge.“ Hierzu gehören auch die Gläser und ihre Erzeugung. Es muß eine besondere Wissenschaft geben, die sich in dem früher allgemein bezeichneten Sinne mit den Problemen befaßt, auf die der Naturforscher beim Ausbau seiner Wissenschaft schwerlich stoßen würde, wohl aber der Techniker bei der Erfindung und Anwendung neuer Gläser und ihrer Herstellung im Hüttenbetrieb.

Die Glasforschung gehört nicht zur „reinen“ Naturforschung, da sie ihre Probleme der Technik entnimmt; sie dient der wissenschaftlichen Begründung der *Technologie des Glases*, der kausalen Erklärung glastechnischer Dinge und Vorgänge. Gleichwohl ist diese Wissenschaft ihrer Methode nach doch ganz und gar *Naturwissenschaft*, denn der zu erforschende Gegenstand ist ein Stück der Natur. Der Unterschied von der „reinen“ Naturwissenschaft besteht nur in der Wahl dieses besonderen Gegenstandes, woran der reine Naturforscher kein Interesse hat. Wäre die Naturwissenschaft *unendlich* vollendet, so würde, wie früher schon bemerkt, keine besondere Aufgabe für die Glasforschung bestehen; die Erfinder würden sich aus dem unendlichen Wissen jederzeit den Teil aussuchen, den sie für ihre Zwecke brauchen. Aber dieser Idealzustand besteht niemals. Weder kann die reine Naturwissenschaft warten, bis die Forschung am Ende ist, noch kann die *Technik des Glases* bis dahin auf die Verfolgung ihres eigenen Forschungszieles verzichten: die Entdeckung und Erkenntnis desjenigen besonderen Teiles der Natur, den sie in der Herstellung und Anwendung der Gläser *beherrschen* will.

Problematisch ist schon der Begriff „Glas“. Der Versuch einer dem Stande und den Anforderungen der Technik entsprechenden wissenschaftlichen Bestimmung des Glasbegriffs ist keineswegs ein müßiges Beginnen; allerdings muß im voraus gesagt werden: Die Zusammenfassung der vorhandenen Industriegläser oder als „glasis“ be-

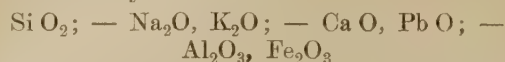
zeichneten Körper unter einen Begriff führt nicht zum Ziel. Die Aufgabe kann nur sein: auf naturwissenschaftlicher Grundlage geeignete Grenzbestimmungen *festzusetzen*, wonach gewisse Industrieerzeugnisse als „normales Glas“ im *technologischen Sinne* zu bezeichnen sind. Die geschichtliche Entwicklung der Glastechnik wird die Schwierigkeit der Sache verständlich machen; auch wird sich zeigen, daß das Problem eines feststehenden Glasbegriffs schon längst ernsthaft Beachtung fand, und welche Rolle die technische Naturwissenschaft als „Glasforschung“ hierbei zu spielen hat.

Im Altertum wurden Körper, die wir heute keinesfalls noch als Glas ansprechen, mit wirklichen Gläsern der Technik zusammengeworfen, weil sie sich für die Zwecke, auf die es ankam, ähnlich verhielten. Glas war Zierrat, gewissen Edelsteinen zuzuzählen, besonders den schön gefärbten oder möglichst wasserhellen, auch wohl harten Mineralien. Man scheute sich nicht, die kristallisierten mit den amorphen Stoffen unter einen Begriff zu fassen; auch auf die chemische Zusammensetzung kam es gar nicht an: Malachit (basisches Kupferkarbonat), Quarz (SiO_2) und Kalksilikatglas, z. B. ägyptisches Glas von der Zusammensetzung 72 SiO_2 , $21 \text{ Na}_2\text{O}$, 5 CaO , $2 (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ waren in gewisser Hinsicht dasselbe, da diese Kostbarkeiten denselben, nämlich kunstgewerblichen Wert hatten.

Allmählich änderte sich aber dieser Wert und damit die Auffassung vom Glase beträchtlich. Man lernte größere Mengen jener gesuchten Seltenheiten darzustellen, sie wurden zum *technischen Gebrauch* bestimmt und bald für die täglichen Bedürfnisse der Menschheit erforderlich. Einige wenige aus dem Schmelzfluß erzeugte, durch Zufall entdeckte Glasmassen erwiesen sich dazu tauglich; ihre bequeme Verarbeitung und Billigkeit galt wichtiger als mannigfaltige Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften. Ohne Bedenken leitete man daraus die feststehende chemische Vorstellung ab, wie „das“ Glas zusammengesetzt sein müsse; es trat die in der vorwissenschaftlichen Industrie übliche Erstarrung praktischer Erfahrungen zum handwerklichen Dogma ein, — der Begriff des „richtig zusammengesetzten Glases“ bildete sich heraus. Dabei blieb noch zu wählen zwischen *Bleioxyd* oder *Kalk* als Schmelzmittel und Verbesserungsmittel der Haltbarkeit, neben den Schmelzmitteln *Natron* und *Kali*; dies nämlich waren die Basen, die sich im feurigen Fluß der schwerschmelzbaren *Kieselsäure* bemächtigen sollten, um mit ihr die

¹⁾ Die Naturwissenschaften 5, S. 629 (1917).

Reihe der „richtig“ zusammengesetzten *Kalk-* oder *Bleigläser* zu bilden. Notwendige Übel waren Eisenoxyd in minderwertigen Grüngläsern (Flaschen) und Tonerde. So kamen die sieben klassischen Glasoxyde:



als die wesentlichen und selbstverständlichen Bestandteile jener Gruppe von Werkstoffen zur Geltung, die man, sofern sie in der Hütte darstellbar und praktisch brauchbar waren, unter dem Namen Glas, in seinen Hauptspielarten des Spiegelglases, Fensterglases, Weißhohlglases, Flaschenglases und des Bleikristalls zu bezeichnen pflegte.

Anstelle des ursprünglich recht oberflächlichen, auf einige Merkmale gegründeten physikalischen Begriffs hatte sich also eine im wesentlichen *chemische Auffassung* des Glases eingebürgert, an der bis in die neueste Zeit festgehalten wurde; die Gläser gehörten in die anorganische Chemie, wo man sie noch heute bei den Silikaten abgehandelt findet. Die wissenschaftliche „Glaschemie“ aber wurde von dem Gedanken beherrscht, *rationale Formeln* zu suchen, nach denen die „richtige Zusammensetzung“ bestimmt würde. Hierbei hatte man vorzüglich die Haltbarkeit der gebrauchten Glasgegenstände unter dem Einfluß der Verwitterung im Auge. Die Methode dieser chemischen Glastheorie war immer dieselbe: Man analysierte die aus den Hütten hervorgegangenen Gläser verschiedener Art, prüfte die Beständigkeit der daraus hergestellten Gegenstände und versuchte nun, unter Trennung der guten von den schlechten Gläsern, nach bestimmten Molekularverhältnissen Formeln aufzustellen, nach denen sich die Hütten bei der Erzeugung des Glases richten sollten. Die Naturwissenschaft spielte hierbei die Rolle des Lehrmeisters, der dem unkundigen Handwerker vorschreibt, wie er seine Gläser zusammensetzen muß, um dem wissenschaftlich begründeten Begriff des Glases zu entsprechen. Und doch lernte dieser Lehrmeister erst bei der Glasindustrie die Zusammensetzung der Gläser kennen, die er in Betracht zog, — ein Weg im Kreise, der höchst charakteristisch ist für das Verfahren, wie man in früherer Zeit glas-technische Probleme naturwissenschaftlich behandelte.

Im besonderen interessiert uns hier das Verfahren, wodurch man zu einer Festlegung des Glasbegriffs auf chemischer Grundlage zu gelangen suchte. Die Naturforschung bediente sich der Technik gegenüber sozusagen der induktiven Methode: Was die Technik fertiggebracht hatte, war das Gegebene. Man setzte anscheinend voraus, daß die Technik andere, als die in zahlreichen Analysen vorliegenden Glasarten doch nicht herstellen könne und diese mithin den möglichen Umfang der Veränderlichkeit der Bestandteile darstellen. Unter solcher Voraussetzung gingen die Physiker darauf aus, die guten und schlechten *Handelsgläser* auf ihre Eigenschaften zu prüfen; sie stell-

ten fest, welche von den gegebenen Analysen den besten Eigenschaften entsprechen; wobei wieder die *praktische Erfahrung* lehrte, was denn „gut“ und „schlecht“ im wirklichen Gebrauch der Gläser als Fensterscheiben, Spiegelscheiben, Kochgefäßen usw. zu bedeuten hat. Hieraus ergab sich die Regel, wie ein „normales Glas“ im technischen Sinne zusammengesetzt sein müsse, — die gesuchte Begriffsbestimmung war gewonnen, das normale Glas im Gegensatz zu allen Pseudogläsern erkannt, die nur bei oberflächlicher Betrachtung gutes, d. h. zweckmäßig zusammengesetztes Glas zu sein scheinen.

Einen gewissen Abschluß erreichte die chemische Glastheorie durch die mit großer Sorgfalt ausgeführte umfangreiche Arbeit des bekannten Physikers *R. Weber*¹⁾. Seine Untersuchungen haben lange Zeit als maßgebend für die Glasindustrie gegolten; ihr Ergebnis läßt sich dahin zusammenfassen: Bei guten *Alkali-Kalksilikatgläsern* besteht zwar eine gewisse gesetzmäßige Abhängigkeit der Haltbarkeit von der Molekularzusammensetzung, doch bedingt nicht nur ein einziges Mischungsverhältnis der Bestandteile die Güte; auch bei mannigfach wechselnder Zusammensetzung können Gläser von guter Beschaffenheit entstehen. Betrachtet man das Molekularverhältnis



so entspricht ein bewährtes, also *normales Fensterglas* nahezu der Zusammensetzung



wobei R O im wesentlichen = Ca O (mit geringfügigen Mengen Mg O) und R₂ O = Na₂ O mit mehr oder weniger großen Mengen von K₂ O bedeutet. Bei widerstandsfähigen, d. h. *normalen Schleifgläsern* (z. B. dem sogenannten böhmischen Kristallglas) zeigt sich zwar der Alkaligehalt erheblich größer als dem Verhältnis 1 R O : 1 R₂ O entspricht, dafür beträgt aber der Kieselsäuregehalt in Molekülen das Drei- bis Vierfache der Summe (R O + R₂ O); der bei kieselsäureärmeren Sorten als Mißverhältnis zu betrachtende Wert R₂ O : R O wird also durch den größeren Kieselsäuregehalt unschädlich gemacht. *Bleigläser* hat *Weber* nur in geringer Zahl untersucht. Sie enthalten durchschnittlich weniger Alkali als die Kalkgläser; ein gutes Bleiglas (optisches Flintglas) ergab das Molekularverhältnis 3,5 Si O₂ : 1 R O : 0,33 R₂ O. In der folgenden Tabelle sind einige Analysen aus der Reihe der von *Weber* untersuchten Handelsgläser mit den zugehörigen Molekularverhältnissen zusammengestellt.

Später hat *E. Tscheuschner*²⁾ für *Alkali-Kalksilikatgläser* normaler Zusammensetzung die Formel

$$z = 3 \left(\frac{x^2}{y} + y \right)$$

aufgestellt, worin *x* die Moleküle Alkali, *y* die

¹⁾ Ann. d. Physik 6, S. 431 (1879).

²⁾ Handbuch d. Glasfabrikation S. 33. Weimar, B. F. Voigt (1885).

	Fenster- Glas	Spiegel- Glas	Böhm. Schleif- Glas	Hohl- Glas	Opt. Kron- Glas	Blei- Kristall	Opt. Flint- Glas
Si O ₂ ..	72,68	70,58	75,81	72,13	70,07	53,70	45,24
Al ₂ O ₃ ..	1,06	1,01	1,01	1,41	1,02	1,07	0,82
Ca O ..	12,76	16,07	7,38	11,51	12,13	0,59	0,36
Mg O ..	0,26	0,80	0,10	—	0,32	—	—
Pb O ..	—	—	—	—	—	34,91	47,06
K ₂ O ..	—	—	11,39	5,66	15,03	9,12	6,80
Na ₂ O ..	13,24	11,77	4,84	10,06	2,00	0,30	—
Mole- küle	100,00	100,23	100,53	100,77	100,57	99,69	100,28
Si O ₂ ..	5,2	3,8	9,6	5,8	5,2	5,3	3,5
RO ...	1	1	1	1	1	1	1
R ₂ O ...	0,9	0,6	1,5	1	0,85	0,6	0,33

Moleküle Kalk und z die erforderlichen Kieselsäuremoleküle bedeuten. Da jedoch das *Kali* in bezug auf die Haltbarkeit des Glases durchaus nicht gleich mit einer äquivalenten Menge *Natron* zu betrachten ist, so verbesserte *G. Keppeler*¹⁾ die Normalformel für die *Kali-Gläser*, indem er

$$z = 4 \left(\frac{x^2}{y} + y \right)$$

annahm.

*J. Koerner*²⁾ hat neuerdings in einer zusammenfassenden Arbeit die sämtlichen in der Literatur bekannt gewordenen Analysen von Alkali-Kalk-Silikatgläsern mit den zugehörigen Beobachtungen über die Haltbarkeit mit der Theorie verglichen, indem er die Gläser in einem Dreiecksdiagramm Si O₂ — Ca O — R₂O eintrug und die Kurven einzeichnete, die den Normalformeln von *Tscheuschner* und *Keppeler* entsprechen. *Koerner* schließt mit dem Ergebnis, „daß der erweiterten *Tscheuschnerschen* Formel bei der Beurteilung von Alkali-Kalk-Gläsern eine weitgehende Gültigkeit zukommt. Wenngleich in ihr versucht ist, ein bestimmtes molekulares Verhältnis zwischen Alkali, Kalk und Kieselsäure zum Ausdruck zu bringen, so bedeutet dies für die Zusammensetzung von Gläsern doch keine Einzwängung in ein bestimmtes Schema, da sich, wenn man die möglichen Formelwerte für *Natron*- und *Kali*-Kalk-Gläser graphisch aufzeichnet und die Kurven als untere Grenzen betrachtet, ein weiter Bereich der Glaszusammensetzung ergibt, in dem letztere die verschiedensten Verhältnisse zwischen Alkali, Kalk und Kieselsäure durchlaufen kann. Allerdings sind unsere Kenntnisse über „Glasbildung“ im allgemeinen und bei reinen Alkali-Kalk-Gläsern im besonderen noch recht dürftig, doch eröffnet die vervollkommnete Feuerungstechnik mit der Möglichkeit der Erzielung hoher und höchster Temperaturen neue und günstige

Aussichten zur Lösung der für die Glaswissenschaft und -Technik so wichtigen Frage.“

Die chemische Bestimmung des Glasbegriffs, bei der man gehofft hatte, eine bestimmte Formel zu finden, um sagen zu können: „das ist normales Glas im technischen Sinne“ wurde vollkommen erschüttert, als *O. Schott*⁴⁾ den engen Kreis der sieben klassischen Glasoxyde durchbrach, um Erzeugnisse zu schmelzen, die chemisch nur wenig, zum Teil gar nichts mehr mit den alten Kalksilikat- und Bleisilikat-Gläsern zu tun hatten. An Stelle der Kieselsäure erschienen jetzt *Borsäure* und *Phosphorsäure*; die *Tonerde*, die man früher ängstlich vermieden hatte, trat als Haupt-Glasbestandteil auf; *Lithium* und *Rubidium* vertraten die Stelle von Natrium und Kalium; Kalk wurde verdrängt durch *Baryt*, *Zinkoxyd* und *Magnesia*, die *Schott* zum Teil in Mengen bis über 50 % in seine Schmelzen brachte; andere Fremdlinge aus dem periodischen System fanden Zutritt zur Gesellschaft der chemischen Elemente, die ein mehrtausendjähriges Recht besaßen, als „die“ Bestandteile des Glases zu gelten. — Die Gründung des *Jenaer Glaswerks* im Jahre 1884 bedeutete eine förmliche Revolution der alten Glaschemie und hiermit eine Änderung der Begriffe von Grund auf, denn nun hieß es: „Glas“ kann chemisch alles Mögliche sein, wenn es nur leistet, was vom Glase verlangt wird.

Technologisch ist klar, daß der Glasbegriff nicht aus den zufällig von der Industrie erzeugten Gläsern gewonnen werden kann, — sind doch täglich neue Überraschungen möglich. Was Glas als technischer Werkstoff heißen darf, muß unter Berücksichtigung des geschichtlich Gewordenen nach den für die Technik wichtigen Eigenschaften durch Übereinkunft festgesetzt werden. Eine solche Übereinkunft besteht ja auch, von altersher, hinsichtlich der allgemeinen Merkmale des Glases, — und diese sind ohne Zweifel für den Begriff im technischen Sinne als wesentlich zu betrachten, — nämlich: 1. amorpher Zustand, im Gegensatz zu Kristallen, wie Glimmer; 2. chemische Homogenität im Sinne der „physikalischen Gemische“ (*Nernst*), im Gegensatz zu mechanischen Gemengen wie Granit, Porzellan, Schamotte; 3. Starrheit bei den Gebrauchstemperaturen der Glasgegenstände, im Gegensatz zu plastischen Werkstoffen wie Wachs, Pech; 4. Feuerbeständigkeit²⁾, im Gegensatz zu brennbaren oder flüchtigen Stoffen wie Zelluloid, Schellack; 5. Lichtdurchlässigkeit, im Gegensatz zu Metallen; 6. Haltbarkeit gegenüber Luft und Wasser, im Gegensatz zu den verwitternden und löslichen Stoffen wie Gips, Steinsalz.

Aber bei näherer Betrachtung dieser Merkmale ergibt sich, daß eine ganz allgemeine Bestimmung des technischen Glases viel mehr ein angelöstes

¹⁾ In: *R. Dralle*, Die Glasfabrikation S. 100. Oldenbourg, München (1911).

²⁾ Die Beurteilung d. Alkali-Kalk-Gläser nach d. *Tscheuschnerschen* Formel. Müller & Schmidt, Coburg (1915).

⁴⁾ Vgl. *Zschimmer*, Die Glasindustrie in Jena. Dietrichs, Jena (1909).

²⁾ Nicht zu verwechseln mit „Feuerfestigkeit“, d. h. Starrheit bei hohen Temperaturen.

Problem, als ein feststehender Begriff ist. Eine scharfe Grenze zwischen Glas und Nichtglas besteht wohl in bezug auf das erste Merkmal; findet man doch häufig in *naturwissenschaftlichem* Sinne den amorphen und den „glasigen“ Zustand gleichgesetzt (indem man stillschweigend eine gewisse chemische Zusammensetzung und Beschaffenheit in bezug auf die übrigen Eigenschaften voraussetzt). Man spricht von glasiger Borsäure, glasiger Phosphorsäure, überhaupt von glasig erstarrten; geschmolzenen Stoffen, wenn diese ohne Kristallisation „erstarren“, nachdem sie auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt worden sind. Für die *Technik* aber wäre eine so allgemeine Bestimmung des Glasbegriffs unter keinen Umständen genügend, wie nicht näher ausgeführt zu werden braucht.

Zieht man nun die übrigen allgemeinen Merkmale zur näheren Umgrenzung des *technischen Werkstoffes Glas* herbei, so wird die Bestimmung schon beim zweiten — der chemischen Homogenität — zweifelhaft. Denn würde man diese Bedingung im strengen Sinne stellen, so entfielen mehr als 99 % der sogenannten technischen Gläser, da jedes Glas — mit Ausnahme der besten optischen Gläser — bekanntlich „Schlieren“ enthält, d. h. Fäden, Schichten oder andere Gebilde von abweichender chemischer Zusammensetzung gegenüber der Grundmasse, in der sie eingebettet sind. Doch hierüber kommt man noch leicht hinweg (und so geschieht es unbewußt), wenn man zuläßt, daß auch diejenigen Körper unter die „Gläser“ fallen, deren Masse ein *mechanisches Gemenge* von Bestandteilen bildet, welche, für sich betrachtet, das Merkmal der chemischen Homogenität im strengen Sinne erfüllen. Man spricht in diesen Fällen — sobald man darauf achtet — von „schlierigem“ Glas. Im allgemeinen sind also alle Gläser schlierig, mit Ausnahme des besten optischen Glases, bei dem die Freiheit von Schlieren gerade das wesentlichste Merkmal der technischen Begriffsbestimmung bildet.

Daß die beiden ersten Merkmale — amorphe und homogene Beschaffenheit — zur Abgrenzung für technische Gläser nicht genügen, zeigen die beim dritten (Starrheit) angeführten Gegenbeispiele. Werkstoffe, wie Wachs, Pech, Kolophonium usw. wird niemand als „Glas“ bezeichnen, sonst hätte der verbreitete Ausdruck „glashart“ ja keinen Sinn. Dennoch liegt in der Bestimmung der Starrheit innerhalb der üblichen Gebrauchstemperaturen eine begriffliche Schwierigkeit. Wie Schott¹⁾ zuerst gezeigt hat, tritt in gewöhnlichem optischen Flintglas (47 % PbO) schon bei 355° ein dauernder Ausgleich der in der Glasmasse vorhandenen, an der Doppelbrechung erkennbaren Spannungen ein. R. Reiger²⁾ konnte, sogar bei bedeutend härteren Gläsern, schon bei 250° den Beginn der Entspannung nachweisen, und das bekannte Verhalten der Thermometer be-

weist, daß bereits bei 100° C dauernde Verschiebungen der Glasmoleküle stattfinden (Depression des Nullpunkts). Es handelt sich also bei der geforderten „Starrheit“ des Glases genauer um die Festsetzung eines Grenzwertes für den *inneren Reibungskoeffizienten* im Gegensatz zu anderen Stoffen, bei denen dieser Grenzwert bei einer gewissen Höchsttemperatur unterschritten wird.

Schon hier erkennt man, daß in der *Natur der Dinge* kein Anhaltspunkt zu finden ist, um den Glasbegriff zu bestimmen; man muß eine *Festsetzung des Begriffs nach Übereinkunft* treffen. Soll das Verfahren nun nicht rein willkürlich sein, so muß man sich dem *Gesichtspunkt technischer Zweckmäßigkeit* unterordnen, also die Lösung der Aufgabe der *Technologie* überweisen. Zugleich aber zeigt sich schon bei dieser einen Eigenschaft, daß die Technologie wiederum angewiesen ist auf die *technische Naturforschung*, wenn sie eine exakte Begriffsbestimmung des für technische Zwecke festzusetzenden Grenzwertes der „Starrheit“ treffen will.

Als viertes wesentliches Merkmal des Glases wurde die „Feuerbeständigkeit“ angegeben. Ein Stoff wie Schellack — selbst wenn er glashart wäre — würde sicherlich als „Imitation“ des wirklichen Glases angesprochen werden, denn vom Glas verlangt man, daß es in Berührung mit der Flamme nicht verbrennt. Zur Feuerbeständigkeit gehört aber nicht bloß Unverbrennlichkeit, sondern auch Beständigkeit gegenüber hohen Temperaturen in *anderen* Hinsichten, sei es mit oder ohne Berührung durch Flammen. Es kommt hier nicht auf die sogenannte thermische Widerstandsfähigkeit bei rascher Erhitzung oder Abkühlung an — wobei das gewöhnliche Glas leicht springt —, auch nicht auf die Schwerschmelzbarkeit, die bereits in der Starrheit eingeschlossen ist; man denke bei der Feuerbeständigkeit nur daran, daß der *Stoff* Glas seine ursprüngliche Beschaffenheit unter der Wirkung höherer Temperaturen, wie z. B. beim Glasblasen, nicht wesentlich ändert. Das Glas soll sich glühen und schmelzen lassen, ohne zu verbrennen, zu verdampfen, sich chemisch zu zersetzen, oder zu „entglasen“. Das bedeutet wiederum die Festsetzung *naturwissenschaftlicher* Grenzbestimmungen unter ganz besonderen *technologischen Gesichtspunkten*, — eine Aufgabe, die erheblich schwieriger ist als die vorhergehende.

Über die Lichtdurchlässigkeit — das fünfte der wesentlichen Merkmale — denkt man gewöhnlich schnell hinweg. Nun gibt es aber auf der einen Seite sehr stark gefärbte Gläser, wie Kupferrubin, Neutralschwarz, Kobaltblau; auf der anderen Seite lichtdurchlässige Metalle, wie Gold und Silber; — hat man doch, nach einem Vorschlag von R. Straubel¹⁾, die Sonne photographiert durch ein Objektiv aus Jenaer ultraviolett durchlässigen Gläsern mit versilberten,

¹⁾ Zeitschr. f. Instrumentenkunde 11, S. 330 (1891).

²⁾ Dissert. Erlangen (1901).

¹⁾ Erwähnt bei K. Schwarzschild u. W. Villiger, Physik. Z. 6, S. 737 (1905).

für sichtbares Licht also völlig undurchlässigen Oberflächen! Man sieht, daß die Frage einer exakten Begrenzung des Merkmals der Lichtdurchlässigkeit der Gläser gegenüber metallischen Stoffen keineswegs einfach zu beantworten ist.

Das Gleiche gilt in gesteigertem Maße für das zuletzt genannte Merkmal der „Haltbarkeit“. Haltbarkeit gegenüber Luft und Wasser ist bei allen technischen Werkstoffen das Wichtigste, da fast jeder gebrauchte Gegenstand dauernd oder vorübergehend damit in Berührung kommt; die Brauchbarkeit eines technischen Gegenstandes hängt also wesentlich von dem Verhalten seines Stoffes unter dem Einfluß der Kohlensäure, des Wasserdampfes und flüssigen Wassers ab. So erklärt sich, warum die Bemühungen, den Begriff des „normalen Glases“ unter technologischem Gesichtspunkt abzugrenzen, zuerst auf die Haltbarkeit, und zwar im besonderen auf die Haltbarkeit an der Luft und beim Kochen von Wasser gerichtet waren. Eben diese Versuche führten zur Aufstellung jener Formeln für das „normale Glas“. Was die älteren Physiker und Chemiker oder die hinter ihnen stehenden Glastechniker dabei im Auge hatten, war jedoch ein *beschränktes Anwendungsgebiet der Gläser von bestimmtem chemischem Charakter*; mit der Veränderung der chemischen Zusammensetzung und dem Umfang der technischen Anwendung des Glases wachsen verständlicherweise die Schwierigkeiten, dieses wichtigste allgemeine Merkmal exakt und technologisch richtig zu fassen. Man kann sich heute nicht festklammern an den *aus der ältesten Zeit der Kulturgeschichte* stammenden Begriff der „Haltbarkeit“ oder „Güte“, wobei an nichts anderes gedacht wurde als an Fensterscheiben, Spiegelscheiben, Flaschen und Trinkgefäße, nebenbei wohl auch an Schmucksachen und einfache optische Geräte, wie Brillen, — kurz an die im bürgerlichen Leben gestellten Ansprüche.

Wie sich seit Krupp der allgemeine Begriff „Stahl“ gleichsam entfaltet hat zu einem vollkommenen *System technologischer Sonderbegriffe einzelner Stahlarten*, auf die sich die Formeln der älteren Stahlkunde nicht mehr anwenden lassen, so führte die Begründung einer neuen Glasmelzkunst durch O. Schott, auf allgemeinsten chemischer Grundlage und abzielend auf die größtmögliche Mannigfaltigkeit technischer Zwecke, in dem gleichen Sinne zur Gliederung des „Glases“ in ein *System von besonderen technischen Glasarten*, dessen zukünftige Entfaltung heute noch nicht abzusehen ist. Nur so viel ist gewiß: Die technologischen Grenzen eines allgemeinen Begriffs können nicht aus theoretischen Gesichtspunkten *im voraus* festgelegt werden, wenn der Glasbegriff, entsprechend dem geschichtlichen Stande der Technik, *praktisch* gültig sein soll; wertvoll, daher auch von der technischen Naturforschung bereits beschritten, ist nur der umgekehrte Weg: *Normalgläser für besondere Zwecke* durch exakte Grenz-

werte zweckmäßig zu kennzeichnen und in Übereinkunft mit den staatlichen Prüfungsanstalten, Forschungsinstituten und Fachgruppen der Wissenschaft und Industrie eindeutig zu benennen.

Im allgemeinen Sinne kann also, bei zeitgemäßer Auffassung, unter „Glas“ nichts anderes mehr verstanden werden, als der Inbegriff der jeweils feststehenden, durch Übereinkunft begrenzten *Normalgläser der Technik*; was für diese gemeinsam gilt, im Gegensatz zu allen anderen Stoffen, bestimmt den allgemeinen Begriff. Also: *Technisches Glas ist ein amorpher Werkstoff, dessen chemische Homogenität, innere Reibung, Feuerbeständigkeit, Lichtdurchlässigkeit und Haltbarkeit in die Grenzwerte eingeschlossen sind, welche zurzeit für die Normalgläser zu besonderen Zwecken festgelegt worden sind, zu denen dieser Werkstoff in seinen verschiedenen Arten zweckmäßig gebraucht werden kann.*

Diese Begriffsbestimmung klingt äußerst schwülstig, sie läßt sich aber wohl kaum vereinfachen; eher könnte sie in Zukunft noch umständlicher werden. Doch es kommt hier nicht auf elegante Schönheit an, sondern auf Genauigkeit und auf die Erfassung des eigentümlich *problematischen Charakters*, den der Glasbegriff nun einmal angenommen hat, nachdem die Jenaer Hütte durch ihre neuen Gläser den einfachen und „schönen“ alten Glasbegriff gesprengt hat. Für die *technische Naturforschung* sind gerade hierdurch die Gläser erst recht interessant geworden, wie die zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten über die Schottischen Gläser gezeigt haben. Immer deutlicher und wichtiger erscheint uns also das durch genaue Bestimmung des Glasbegriffs auf-gegebene Problem: die darin genannten wesentlichen Merkmale der Gläser *naturwissenschaftlich zu studieren*, und auf Grund der gewonnenen exakten Aufklärung die dem technischen Verwendungszwecke *rationell entsprechenden Grenzwerte* zu bestimmen.

Wollte man nochmals versuchen, einen allgemeinen *chemischen* Begriff des Glases aufzustellen, so käme nicht nur fast das ganze periodische System der Elemente in Betracht, sondern auch die ungeheuer zahlreichen Möglichkeiten ihrer Kombination; die chemische Zusammensetzung ist eben bedeutungslos. Ebenso wenig läßt sich ein allgemeiner Glasbegriff etwa *physikalisch* bilden; denn bei allen wesentlichen physikalischen Eigenschaften sind fließende Übergänge von den Gläsern zu den Nichtgläsern vorhanden. Auch lassen sich *physikalisch-chemische* Angaben, was Glas „ist“, nicht aufrecht erhalten; wie z. B.: „Glas ist eine unterkühlte Flüssigkeit“, oder: „Glas gehört zu den physikalischen Gemischen“. Man muß sich vielmehr darüber klar sein — der eben aufgestellte allgemeine Begriff bringt es zum Ausdruck —, daß „Glas“ kein Naturbegriff, sondern ein *Kulturbegriff* ist.

Im *technologischen System* der Werkstoffe findet das „technische Glas“ den einzig sinn-

gemäßen Platz. Die große Musterkarte der *Industrie der Werkstoffe* überhaupt umspannt, bei idealer Vollkommenheit, den gesamten Bereich der natürlich entstandenen oder künstlich hervorgebrachten Arten materieller Körper von möglichst verschiedenartig physikalisch-chemischen Eigenschaften, besonders aber von möglichster Verschiedenheit der „technischen Leistungskonstanten“ (welche eigentümliche, technischen Zwecken angepaßte Funktionen der physikalischen bzw. physikalisch-chemischen Konstanten sind).

Die Frage, wie man den Begriff „Glas“ *technologisch* bestimmen soll — anders hätte das Problem keinen Sinn —, führt also letzten Grundes auf die allgemeinere Frage, was „technische Werkstoffe“ sind, und wie die „Musterkarte“ der Natur- und Industrieerzeugnisse zweckmäßigerweise einzuteilen ist. Von diesem, gewissermaßen höheren Standpunkt aus ergibt sich mit Selbstverständlichkeit, daß die Begriffsbestimmung und Bezeichnung der technischen Werkstoffe durchgeführt werden muß, welche kürzlich der „Normenausschuß der Deutschen Industrie“ in großzügiger Weise in Angriff genommen hat. Den von diesem Ausschuß geplanten „*Deutschen Industrienormen*“ oder „*D. I.-Normen*“ sollten an die Seite treten die „*Deutschen Normalwerkstoffe*“. Es würde die Aufgabe des Normenausschusses in Verbindung mit den Prüfungsämtern, Forschungsinstituten, führenden Industrieverbänden und Werken sein, die Karte der deutschen Normalstoffe für den Welthandel rationell einzuteilen. Deutschem Geist und deutscher Gründlichkeit würde es entsprechen, wenn die Einteilung auf exakt naturwissenschaftlicher Grundlage geschähe.

Es dürfte in Zukunft keine deutschen Werkstoffe im Welthandel mehr geben, bei denen nicht die *Qualitätsklasse*, in die sie gehören, durch exakte Zahlenangaben, beruhend auf wissenschaftlichen Prüfungsmethoden, unter technologischem Gesichtspunkte, *objektiv-gültig* bestimmbar wäre. Jeder technische Werkstoff läßt sich auffassen als „*ein Bündel physikalisch-chemischer Konstanten*“, deren Werte zwischen bestimmten Grenzen wählbar sind. Hieraus ergibt sich ganz von selbst die Aufgabe, auch den *technischen Gläsern* ihren Platz unter den anderen Werkstoffen anzuweisen, und den Glasbegriff dementsprechend durch zweckmäßig gewählte Grenzwerte zu bestimmen. Indem wir diese allgemeine Auffassung anwenden, könnten wir sagen: *Technisches Glas ist ein in einer amorphen Substanz materialisiertes Bündel physikalisch-chemischer und technischer Konstanten, deren Werte bezüglich der chemischen Homogenität, inneren Reibung, Feuerbeständigkeit, Lichtdurchlässigkeit und Haltbarkeit innerhalb der Grenzwerte wählbar sind, welche zurzeit für die Normalgläser zu besonderen Zwecken festgelegt sind, zu denen die verschiedenen Glasarten zweckmäßig gebraucht werden können.*

Die nicht zur Wahl gestellten Konstanten-

werte gelten ebenso wie die chemische Zusammensetzung für den „Werkstoff Glas“ so lange als zufällig (innerhalb des Begriffs beliebig zu denken), so lange sich kein *technischer Grund* findet, diese außer acht gelassenen Eigenschaften unter die wesentlichen Merkmale des Glases aufzunehmen. — Die Betrachtung der „*technischen Normalgläser*“ wird zeigen, daß es sich bei der Frage: „Was ist Glas?“ nicht etwa um eine leere, scholastisch-nomalistische Wortklauberei handelt, sondern vielmehr um praktische Dinge, an denen die Glasforschung ebenso wie alle Gebiete der Technik und Wissenschaft, die mit Glas zu tun haben, seit Jahrzehnten ernsthaftes Interesse nehmen.

Methoden und Ziele der Paläobiologie.

Von Dr. Othenio Abel,

o. ö. Professor der Paläobiologie und Vorstand des paläobiologischen Lehrapparates der Wiener Universität.

(Schluß.)

Es tritt uns nun die Frage entgegen, warum denn bei der Rückkehr von einer Lebensweise, bei der eine Terminalflosse überflüssig war und verloren ging, zu einer Lebensweise, bei der wieder eine Terminalflosse ein physiologisches Bedürfnis wurde, nicht die verloren gegangene Terminalflosse wieder zur Entwicklung kam, sondern durch andere Bildungen ersetzt wurde.

Der Grund für diese merkwürdige Erscheinung liegt darin, daß uns die Erfahrung und die Überprüfung zahlreicher analoger Fälle gelehrt hat, daß *ein im Laufe der Stammesgeschichte seit vielen Generationen gänzlich verloren gegangenes Organ im Bedarfsfalle nie wiederkehrt, sondern verloren bleibt und an seiner Stelle ein gleichsinnig funktionierendes Gebilde aus anderen Elementen des Organismus geschaffen wird.* Aber auch in dem Falle, daß ein Organ eine Zeitlang infolge des Überganges zu einer anderen Lebensweise anders funktionierte und daher wesentliche Umformungen erlitt, werden diese Veränderungen bei einer Rückkehr zur ehemaligen Lebensweise nicht wieder verwischt und das Organ in den ehemaligen Stand zurückversetzt, sondern *es bleiben die Spuren der Umformungen zurück, die das Tier während der Unterbrechung seiner Lebensweise erlitten hat.* Je länger diese Unterbrechung gedauert hat und je tiefer infolgedessen die dadurch bedingten Umformungen sind, desto schwerer werden diese Veränderungen in dem betroffenen Organ verwischt werden können.

Diese Erkenntnis, die L. Dollo 1893 in die Formel des Gesetzes von der „*Irreversibilität*“ oder Nichtumkehrbarkeit der phylogenetischen Entwicklung gekleidet hat und für die ich 1911 die leichter aussprechbare Bezeichnung „*Dollosches Gesetz*“ vorgeschlagen habe, ist eine Frucht der vergleichenden Studien über die Anpassungen der Tiere an ihre Umwelt. Sie ist, einmal klar und

in ihrer vollen Bedeutung erfaßt, von außerordentlicher Wichtigkeit für die Erfassung stammesgeschichtlicher Zusammenhänge geworden. Von diesem Grundsatz ausgehend und auf ihm weiterbauend, ist es nicht nur gelungen, in zahlreichen Fällen den wiederholten Wechsel der Lebensweise im Verlaufe der Geschichte fossiler Formenreihen festzustellen, sondern es ist auch möglich geworden, aus der sorgfältigen Analyse der Anpassungen der lebenden Formen auf die Lebensweise ihrer Vorfahren und somit auf ihre Vorgeschichte zwingende Schlußfolgerungen abzuleiten. Die Paläozoologie wächst hier über die ihr ursprünglich gestellte Aufgabe, die Erforschung der fossilen Tierwelt, weit hinaus.

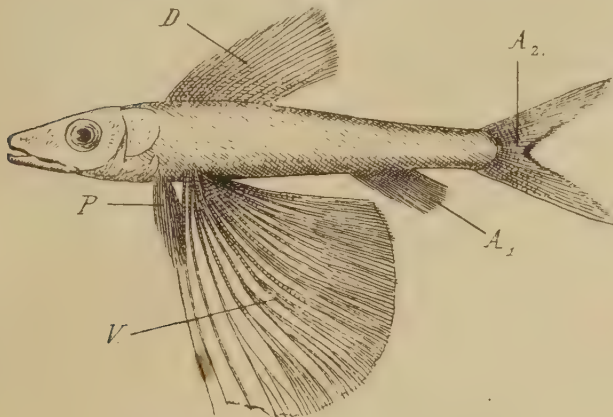


Fig. 8. *Chirothrix libanicus*, aus der oberen Kreide von Sahel Alma, Libanon; rekonstruiert auf Grundlage der Skelettreakonstruktion von A. Smith Woodward. (Etwas verkleinert.)

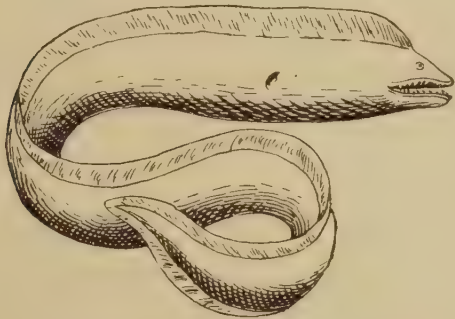


Fig. 9. Eine Muräne (*Muraena picta*) mit vollständig fehlenden Pektoralen und Ventralen. Die Terminalflosse ist nach dem homocerken Typus gebaut und isobatisch. Den Rücken begleitet ein langer Dorsalflossensaum. Der schwarze Fleck an der Körperflanke bezeichnet die Lage der äußeren Kiemenöffnung. (Stark verkleinert.)

Wir wollen an einzelnen Beispielen, die an das früher erörterte von der Terminalflosse der Fische anknüpfen, die Methode der paläobiologischen Analyse zeigen.

Das gewaltige Heer der lebenden Fische umfaßt außerordentlich verschiedengestaltige Typen. Da begegnen wir spindelförmigen Typen, kugelförmigen Formen, aalförmigen Gestalten, seitlich komprimierten und extrem hochkörperigen, dorsoven-

tral abgeflachten, langgestreckt bandförmigen, naddelförmigen und noch vielen anderen Typen, deren Vielgestalt zuerst verwirrend wirkt. Betrachten wir die Lage der Bauchflossen bei diesen Typen, so finden wir, daß sie entweder in der Nähe des Afters in „abdominaler“ Stellung, d. h. in Bauchlage stehen (Fig. 1), oder weiter nach vorne gerückt sind und unter dem Brustkorb, d. h. in „thorakaler“ Position liegen (Fig. 2); wir finden

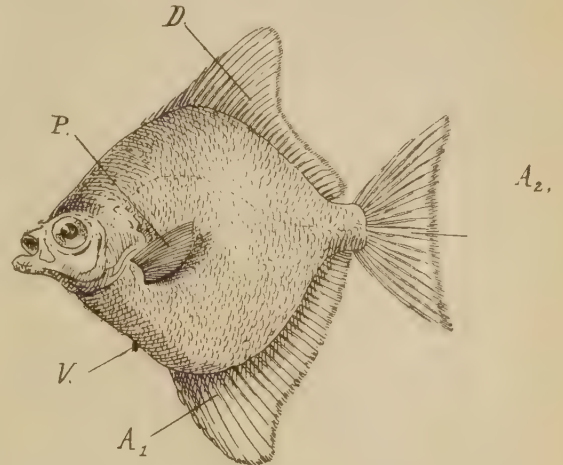


Fig. 10. *Psettus argenteus*, ein hochkörperiger Fisch mit stark reduzierten Bauchflossen (V). Stark verkleinert. (Nach A. Günther.)

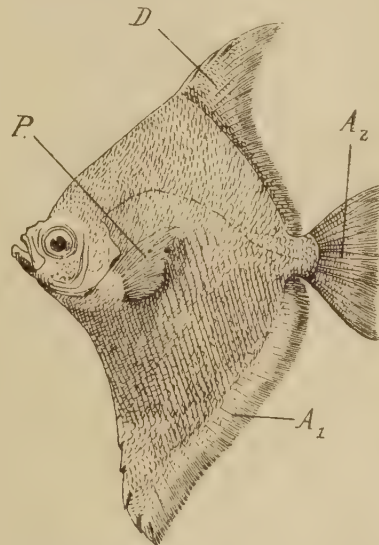


Fig. 11. *Psettus sebae*, ein extrem hochkörperiger Fisch mit gänzlich verschwundenen Bauchflossen. — ½ nat. Gr. — (Nach G. A. Boulenger.)

weitere Typen, bei denen die Ventralen sogar noch vor den Brustflossen stehen („jugulare“ Stellung), ja sie können sogar bis zum Kinne gerückt sein („mentale“ Stellung der Ventralen). Bei einigen Gattungen sind die Ventralen besonders vergrößert (z. B. bei *Chirothrix*, Fig. 8), während sie bei anderen rudimentär oder gänzlich verloren gegangen sind. Zu den Formen mit rudimentären oder fehlenden Ventralen gehören die Aale und

Muränen (Fig. 9) einerseits und die hochkörperigen Fische, wie z. B. Psettus (Fig. 10, 11) und Cheiroodus (Fig. 17) anderseits. Auch bei den Schollen und bei den kugelförmigen Fischarten fehlen die Ventralen zuweilen gänzlich. Hingegen ist kein lebender spindelförmig gestalteter oder „fusiformer“ Fisch bekannt, bei dem die Ventralen verloren gegangen wären, wohl aber einige kleine fossile Fische aus der Trias, die der Gattung Pholidopleurus (Fig. 15) angehören.

Da sowohl fusiforme Fische mit abdominalen als auch mit thorakal, jugular und mental stehenden Bauchflossen bekannt sind, so war die Ermittlung der Ursache der Verlegung der Ventralen nach vorn außerordentlich schwierig. Man hat lange Zeit geglaubt, daß bei den Fischen eine allgemeine „Tendenz“ dazu vorhanden sei, die Ventralen nach vorn zu verlegen und daß ihr Vorhandensein in der Abdominalregion nur als ein Zeichen für ein primitives Verhalten anzusehen sei.

Nun findet man aber bei den Atheriniden, Mugiliden und Polynemiden, Familien der Knochenfische aus der Gruppe der Percosces, daß zwar die Ventralen hier in abdominalen Lage stehen, daß aber das Becken nicht frei im Körper liegt, sondern durch ein Ligament mit dem Schultergürtel in Verbindung tritt. L. Dollo hat daher (1909) für die Atheriniden den Nachweis erbringen können, daß die abdominale Lage der Ventralen als eine sekundäre Spezialisierung anzusehen sei. Das gleiche hat aber auch für die Mugiliden und die Polynemiden zu gelten und gilt ferner auch für die Familie der Centrisciden (Fig. 12), nur ist bei diesen das Becken nicht wie bei den Atheriniden am Cleithrum, einem Knochen des Schultergürtels, sondern an einem anderen Knochen des Schultergürtels, der Postclavicula, durch ein Ligament befestigt. Es kann nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß die Lage der Bauchflossen und des Beckens bei den Angehörigen dieser Familien eine sekundäre ist und daß die Vorfahren dieser Gattungen ein Stadium durchlaufen haben müssen, bei dem die Ventralen eine thorakale Stellung besessen haben und daß sie aus irgendwelchen, näher zu untersuchenden Ursachen wieder in die ehemalige abdominale Stellung zurückgekehrt sein müssen.

Im Jahre 1912 konnte ich in meiner „Paläobiologie der Wirbeltiere“ zwar den Nachweis dafür erbringen, daß der Verlust der Ventralen durch das Aufgeben des fusiformen Körpertyps und die Annahme einer anderen Körperform bedingt ist, mußte aber die Entscheidung der Frage offen lassen, auf welche Ursachen die Verschiebung der Ventralen nach vorn und ihre sekundäre Verlegung nach hinten zurückgeführt werden kann.

Weitere Studien haben seither gezeigt, daß die Verlegung der Ventralen nach vorn, also aus der abdominalen Stellung in die thorakale usw. eine Folge der Annahme der hochkörperigen Gestalt ist

und ebenso bei den kompressiformsymmetrischen als auch bei den globiformen Typen zu beobachten ist. Diese Feststellung führte zu dem Schlusse, daß die Ahnen der Atheriniden, Mugiliden, Polynemiden und Centrisciden eine hochkörperige Gestalt besaßen und daß erst deren Nachkommen wieder die fusiforme Körpergestalt angenommen haben müssen.

In der Tat finden wir in der Gattung Centriscus (Fig. 12) eine Type, bei welcher sich deutlich der Rückweg von der hochkörperigen Gestalt zur spindelförmigen Gestalt vollzieht. Der Körper ist zwar noch hoch, aber die Ventralen befinden sich bereits auf dem Wege nach hinten; sie sind vom Schultergürtel, mit dem sie früher fest verbunden gewesen sein müssen, losgelöst, aber noch durch ein Ligament mit der Postclavicula verbunden. Centriscus stellt sich daher als die Vorstufe des bei der Gattung Amphisyle (Fig. 13) wieder erreichten mehr oder weniger spindelförmigen Körpertyps dar und die außerordentlich

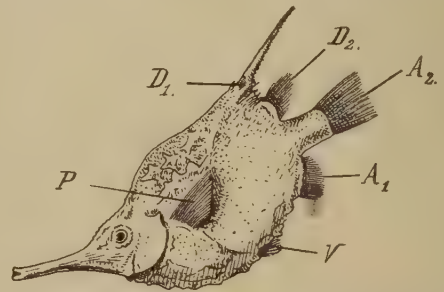


Fig. 12. Centriscus humerosus, in Schwimmstellung. (Nach A. Günther, z. T. abgeändert.)

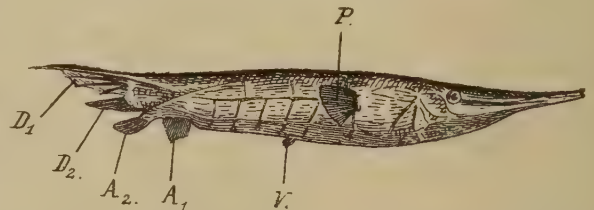


Fig. 13. Amphisyle scutata. Der Fisch schwimmt mit vertikaler stehender Körperachse, die Schnauze nach unten gerichtet. (Nach F. Day.)

auffallende Gestalt der eine Terminalflosse bildenden, vereinigten funktionierenden beiden Dorsalen und der beiden Analen zeigt auf das klarste, daß wir in Amphisyle eine hochspezialisierte Type von wechsellöser Vorgeschichte zu erblicken haben.

Ebenso weist auch der Tiefseefisch Opisthoproctus soleatus Vaill. (Fig. 14) einen hochspezialisierten Bau des terminal stehenden Lokomotionsapparates auf; neben der rudimentär gewordenen, homocerken Terminalis (Analis secunda) ist als Verstärkung die Analis prima herangezogen worden, so daß beide Analen nunmehr in physiologischer Hinsicht als eine epibatische Endflosse funktionieren. Dieser Fall zeigt sehr klar, in welcher Weise ein rudimentär gewordenes Organ

durch ein anderes verstärkt oder ersetzt wird, wenn wieder Verhältnisse eintreten, die das Aufleben des infolge einer Unterbrechung der früheren Lebensweise rudimentär gewordenen Organs wieder notwendig erscheinen lassen. *Opisthoproctus soleatus* bietet daher im Baue seiner Terminalflosse ein schönes Beispiel für die Nichtumkehrbarkeit der phylogenetischen Entwicklung.

Wir sehen also, daß uns die Analyse der Anpassungen auch ohne Zuhilfenahme der fossilen Vorfahren in die Lage versetzt, wichtige und entscheidende Aufschlüsse über die Vorgeschichte der lebenden Tiere zu gewinnen. Die ethologische Methode wird dergestalt zu einem wichtigen Hilfsmittel der Erforschung stammesgeschichtlicher Zusammenhänge, das früher fast unbeachtet geblieben war. Sie ermöglicht es, aus den Anpassungen irgendeiner Form im Zusammenhang mit der sorgfältigen morphologischen Analyse die von ihren Vorfahren durchlaufenen Anpassungsstufen

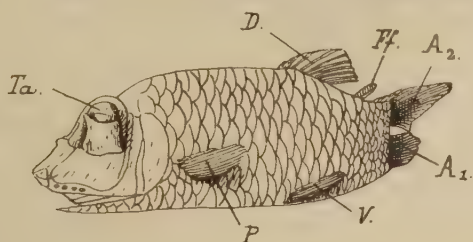


Fig. 14. *Opisthoproctus soleatus*, Vaill., ein Tiefseefisch mit sogenannten „Teleskopaugen“ (Ta); die beiden Analen funktionieren zusammen als eine epibatische Terminalis. Ff = Fettflosse.

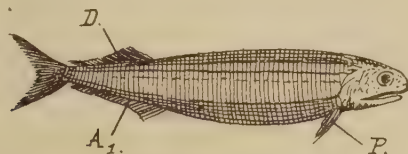


Fig. 15. *Pholidopleurus typus*, Bronn, aus der oberen Trias von Raibl in Kärnten. — Nat. Gr. — Originalrekonstruktion.

und auf diese Weise sogar einen durchgreifenden Wechsel der Lebensweise nachzuweisen. Die grundlegende Voraussetzung aller diesbezüglichen Schlußfolgerungen ist die gesicherte Erkenntnis, daß die Anpassungen als die Reaktionen der Organismen auf die Reize der Umwelt zu betrachten sind. Dies ist wichtig, festzuhalten, da vielfach unter dem Ausdruck „Anpassung“ nicht nur eine reizbedingte Anpassung, sondern alle möglichen Veränderungen der Organismen verstanden werden, auch dann, wenn wir derartige Kausalbeziehungen zwischen den Anpassungen und den Reizen der Umwelt nicht festzustellen in der Lage sind. Nur mit der Analyse reizbedingter Anpassungen hat es der Paläobiologe zu tun und nur auf diesem Gebiete ist er in der Lage, aus der lebenden Tierwelt Analogieschlüsse auf die fossilen Organismen zu ziehen.

Wir wollen nunmehr ein Beispiel besprechen, das uns die Art eines solchen Analogieschlusses

zeigen soll und wählen dazu einen kleinen, primitiven Teleostomen aus der Triasformation, den schon früher genannten *Pholidopleurus* (Fig. 15). Dieser kleine Fisch besitzt zwar einen fusiformen, spindelförmigen Körper, aber keine Ventralen. Zu diesem auffallenden Merkmal tritt die Bepanzerung des Körpers mit hohen Schienenschuppen sowie die Ausbildung der Dorsal- und der ihr gegenüberstehenden Anal-flosse zu langgestreckten Flossensäumen.



Fig. 16. *Hydrossum Kannemeyeri*, Broom, aus den oberen Karooschichten (ob. Trias) der Kapkolonie, rekonstruiert. — Nat. Gr. — (Die dunkel gehaltenen Partien erhalten, die hellen ergänzt.)

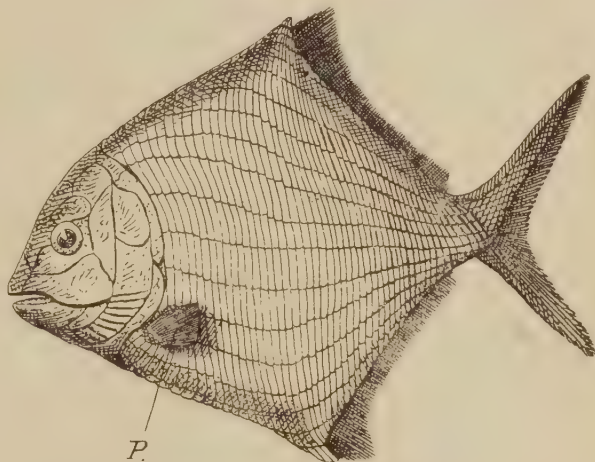


Fig. 17. *Cheirodus granulatus* aus der Steinkohlenformation von North-Staffordshire, England. (Aus dem Guide to the Gallery of Fishes, Brit. Mus. Nat. Hist., 1908.)

Derartige Formen der Dorsalflosse und Anal-flosse sind eine bei hochkörperigen Fischen häufig zu beobachtende Erscheinung. Ebenso ist die Ausbildung von Schienenschuppen an den Körperflanken eine Begleiterscheinung vieler hochkörperiger Fische, wie z. B. *Cheirodus* aus der Steinkohlenformation zeigt (Fig. 17). Dazu kommt endlich der Verlust der Ventralen, der, wie wir gesehen haben, gleichfalls als eine Folgeerscheinung der Annahme einer hohen Körpergestalt anzusehen ist.

Diese Beobachtungen und Erwägungen zwingen uns zu der Schlußfolgerung, daß *Pholidopleurus* von hochkörperigen Vorfahren abstammt, se-

kundär eine spindelförmige Körpergestalt angenommen hat und daß infolge des Dolloschen Gesetzes von der Nichtumkehrbarkeit der phylogenetischen Entwicklung die während der hochkörperigen Vorstufe erworbenen Merkmale nicht gänzlich verwischt werden konnten.

Suchen wir unter den fossilen Fischen nach Typen, welche den Anforderungen einer Ahnentypen von Pholidopleurus entsprechen würden, so finden wir eine solche in der kleinen, nur wenige Zentimeter großen Gattung *Hydropessum* (Fig. 16) aus der Trias der Kapkolonie in Südafrika (Karooformation). Leider ist nur die obere Hälfte des Körpers erhalten, aber der Umriss des Körpers ist unschwer zu ergänzen; die Rückenflosse bildet einen langen Saum und der Körper ist mit hohen Schienenschuppen bedeckt. Da *Hydropessum* ein naher Verwandter des gleichalterigen, gleichfalls hochkörperigen Fischchens *Cleithrolepis* aus denselben Schichten ist, so können wir die fehlenden Partien nach dem besser erhaltenen *Cleithrolepis* ergänzen. Beide Fische gehören zweifellos in die Ahnengruppe der Pholidophoriden und Pholidopleuriden, aber nicht zu den Semionotiden oder zu den Paläonisciden, wie bisher angenommen wurde. So sehen wir, wie uns die ethologische Analyse auf *stammesgeschichtliche Fragen* Aufschluß zu geben vermag, deren Lösung ursprünglich gar nicht angestrebt worden war, da das Ziel der Untersuchung zunächst in der Ermittlung der *Lebensweise des fossilen Fisches selbst* und erst in zweiter Linie in der Ermittlung der *Lebensweise seiner Vorfahren* bestanden hatte.

Daß diese Methode der Untersuchung lebender und fossiler Wirbeltiere ein gewaltiges Feld für erfolgreiche Forschungen darbietet, liegt auf der Hand. Vor allem lernen wir scharf zwischen den durch übereinstimmende Lebensweise bedingten Ähnlichkeiten (Konvergenzen) in der *Form* und den durch Verwandtschaft bedingten Übereinstimmungen und Ähnlichkeiten (Homologien) im *Baue* der Tiere scharf zu unterscheiden. Die Feststellung dieser Unterschiede zwischen den Ähnlichkeiten in der *Form* und den Ähnlichkeiten im *Baue* der Organismen ist aber von weittragender Bedeutung für die Ermittlung stammesgeschichtlicher Verbände und daher ist die paläobiologische Analyse zu einem sehr wichtigen Wege der phylogenetischen Forschung geworden, der uns zu der Lösung von Problemen führt, die früher nicht möglich war.

Wenn auch die Wirbeltiere infolge ihrer weit aus genaueren Durchforschung in morphologischer Hinsicht und infolge des Umstandes, daß ihr Skelett und Gebiß in hervorragendem Maße den Nachweis von Anpassungen gestattet, derartigen Untersuchungen zunächst ein dankbareres Arbeitsfeld boten als die Wirbellosen, so haben doch schon die ersten Versuche einer Übertragung dieser Methode auf die Evertibraten, wie z. B. bei den Trilobiten und den dibranchiaten Cepha-

lopoden bereits zu Ergebnissen geführt, die uns auch auf diesem Gebiete zur Fortsetzung unserer Forschungen anspornen. Auch hier hat ebenso wie bei der paläobiologischen Analyse der Wirbeltiere stets die Feststellung der Lebensweise der analog geformten lebenden Typen die Grundlage zu bilden; hierauf hat eine sorgfältige vergleichende Analyse der Anpassungen einzusetzen; die morphologische Untersuchung der rezenten und der fossilen Formen vermag uns dann den Schlüssel zur Beantwortung der Frage nach den Ursachen der Ähnlichkeiten in der Form des ganzen Körpers oder einzelner seiner Organe in die Hand zu geben. Wir müssen auch bei der paläobiologischen Untersuchung der Wirbellosen darnach streben, jede Oberflächlichkeit in der Beurteilung der Anpassungen auszuschalten und allgemeine, vage Vermutungen durch möglichst exakte Vergleiche zu ersetzen. Nur auf diese Weise wird es gelingen, mit unseren vielfach noch durchaus fehlerhaften Vorstellungen von der Stammesgeschichte der einzelnen Gruppen und Formenreihen aufzuräumen und die Meinung zu beseitigen, daß die Versuche einer Ermittlung der Lebensweise der fossilen Tiere nur wenig fruchtbare Spekulationen ohne tieferen wissenschaftlichen Gehalt darstellen.

Mit den im vorstehenden in großen Zügen angedeuteten Aufgaben der Paläobiologie ist jedoch der Kreis ihrer Ziele keineswegs erschöpft. Bleibt auch die Erforschung der Umformungen, welche die Tiere im Kampfe mit der Außenwelt erworben haben, das wichtigste Problem der Paläobiologie, so tritt doch noch als weiterer wichtiger Komplex von Fragen, die zum größten Teil noch ihrer Lösung harren, die *vergleichende ethologische Geschichte der Faunen* hinzu. Die Gesichtspunkte, die bei dieser Richtung der paläobiologischen Forschung maßgebend sein müssen, sind freilich von der rein chronologischen Methode der Stratigraphie durchaus verschieden. Eine grundlegende Vorbedingung für diese Untersuchungen ist neben der Kenntnis der Ergebnisse der stratigraphischen Geologie und einer entsprechenden Kenntnis der geologischen Betrachtungsweise überhaupt eine genaue Analyse der verschiedenen Elemente einer Fauna nicht nur nach dem Gesichtspunkte der Anpassungstypen der betreffenden Fauna, sondern auch nach der Frage, inwieweit Lebensort, Todesort und Begräbnisort der in einer Schichte begraben Fossilien zusammenfallen. Aus der fehlerhaften Beantwortung dieser wichtigen Fragen sind sehr viele Irrtümer der historischen Geologie entsprungen und es ist die Aufgabe des Paläobiologen, diese Fragen so sorgfältig als möglich klarzustellen. Wenn wir auch schon seit längerer Zeit so weit sind, aus dem Fund eines Elefantenzahnes in einer Meeresablagerung nicht mehr den Schluß zu ziehen, daß der Rest von einem fossilen Meeresbewohner stammt, so finden sich auch heute noch immer genug derartige Irrtümer in unserer Literatur.

Vielfach werden noch heute fossile Fische aus Meeresablagerungen schlechtweg als marine Typen angesehen, obwohl es sich zweifellos in sehr vielen Fällen um vom Festlande eingeschwemmte Leichen von Süßwasserfischen handelt. Auch aus dem Funde von Dinosauriern in fluviatilen und lacustrinen Ablagerungen darf ebensowenig der auf ein solches Vorkommen allein gestützte Schluß gezogen werden, daß diese Bildungen gleichzeitig den Wohnort dieser Tiere darstellten. Häufig wird die Erfassung der wirklichen Verhältnisse noch dadurch erschwert, daß viele Fossilien nicht auf ihrer ursprünglichen Begräbnisstätte, sondern auf sekundärer, ja sogar mitunter auf dritter Lagerstätte liegen. Durch eine sorgfältige Analyse aller dieser Fragen vermag die Paläobiologie mit zahlreichen Irrtümern der Geologie aufzuräumen und sichere Grundlagen für die Lösung der Probleme der Wanderungen, klimatischen Veränderungen u. s. f. zu schaffen, Fragen, die ohne gründliche biologische Untersuchung überhaupt nicht zu lösen sind.

Bildet also die Paläobiologie einerseits einen Teil der *biologischen* Wissenschaften und stellt einen wichtigen Weg zur Erforschung stammesgeschichtlicher Zusammenhänge dar, so ist sie durch die Studien über die vergleichend-ethologische Geschichte der Faunen andererseits mit der Geologie, und zwar mit der historischen Geologie verknüpft. Aus dem Vorhandensein dieses Berührungspunktes darf aber nicht, wie das bisher manchmal geschehen ist, der falsche Schluß abgeleitet werden, daß die Paläobiologie nur als ein *Zweig* der historischen Geologie anzusehen sei. Nur dann, wenn die Paläobiologie sich von vornherein auf die *biologische* Grundlage stellt, ist ihre gedeihliche Weiterentwicklung gesichert, da die überwiegende Mehrzahl der einschlägigen Probleme rein biologischer Natur sind. Daß für den Geologen gewisse Fragenkomplexe der Paläobiologie von Wichtigkeit sind, steht außer Zweifel; ich nenne hier die ganze große Gruppe von Fragen, die mit dem Fossilisationsprozeß zusammenhängen, wie z. B. die Ursachen des vereinzelt oder des gehäuft Vorkommens von Tierleichen, ihre Zerstörung vor, während und nach der Fossilisation sowie die verschiedenen Lebensspuren von Organismen, die uns in den Gesteinen als Fraßspuren, Fährten, Nahrungsreste, Koprolithen usw. vielfach entgegentreten. Stets muß jedoch die *Erforschung der Beziehungen zwischen der Umwelt und den Organismen der Vorzeit* das Hauptziel der paläobiologischen Forschungen bilden; erst von diesem Kernpunkte strahlen die übrigen Zweige der paläobiologischen Untersuchungen aus.

Man sollte meinen, daß das Aufblühen einer neuen Forschungsrichtung von den Vertretern aller verwandten Forschungszweige begrüßt und gefördert würde. Während aber die neu und erfolgreich aufstrebende Paläobiologie in den Kreisen der Zoologen, Physiologen, Anatomen und Morphologen lebhaft unterstützt und gefördert

wird, haben sich in den Kreisen der Geologen zahlreiche Anhänger der alten Auffassung gefunden, daß in dem Aufblühen der Paläobiologie ebenso wie im Aufblühen der Paläozoologie überhaupt eine schwere Einschränkung der geologischen Forschung zu erblicken sei. Die *sachlichen* Gründe für diese Stellungnahme der Geologen scheinen mir folgende zu sein: Lange Zeit hindurch haben die fossilen Tiere, die „Ungeheuer der Vorwelt“, in Laienkreisen sozusagen als die Wappentiere der Geologen gegolten; die fossilen Reste sind meist mit den Gesteinssammlungen und Leitfossilien Sammlungen zusammen in „geologisch-paläontologischen Kabinetten“ vereinigt worden, und sowohl die Vorstände solcher Museen als auch die an den Hochschulen wirkenden Vertreter der Geologie und Paläontologie wollen nichts davon hören, daß die Paläozoologie selbständig gemacht werde. In der Tat liegt, vom Standpunkte des Geologen gesprochen, in dem Drange der Paläozoologie und neuerdings auch noch der Paläobiologie nach Selbständigkeit eine wesentliche Einschränkung der Aufgaben, welche die Geologie als ihre eigenen anzusehen pflegte. Die *Mineralogen* haben schon früher durch den Ausbau der Petrographie und die Angriffnahme zahlreicher Fragen des Gebirgsbaues, der Erforschung großer aus kristallinen Gesteinen aufgebauter Gebiete, ferner durch das anwachsende Interesse für vulkanologische Studien, der Geologie alten Stils einen guten Teil ihres ehemaligen Arbeitsgebietes weggenommen. Die *Geographen* haben die jüngste Formation, die Eiszeit, ebenso zu ihrer Domäne erklärt, wie das große Gebiet der Fragen nach den Faktoren, welche die Morphologie der heutigen Erdoberfläche bedingen. Von *physikalischer* und *chemischer* Seite droht der Geologie einstweilen keine unmittelbare Gefahr des Abbröckelns von Forschungsgebieten, obwohl es wahrscheinlich ist, daß die verwickelten Fragen der Tektonik der Gebirge und der Entstehung der Gesteine einmal von dieser Grundlage aus in Angriff genommen werden, was im Interesse der Forschung nur zu begrüßen wäre. Eine weitere Reihe von Problemen, mit denen sich die Geologen früherer Zeit beschäftigt haben, ist in den Arbeitsbereich der *Astronomen* übergegangen. Die *Paläobotanik* hat sich längst in aller Stille von der Geologie getrennt und an die Botanik eng angeschlossen. Nun droht der Geologie schon seit längerer Zeit die weitere schwere Gefahr des gänzlichen Loslösens der Erforschung der fossilen Tiere und deren „Annexion“ durch die *Zoologie*. So bleibt denn nun der Geologie, abgesehen von einer *referierenden* Tätigkeit zum Zwecke der *Erfassung eines Gesamtbildes von der Geschichte der Erde* in letzter Linie als selbständiges Arbeitsgebiet und unbestrittene Domäne nur die *Feststellung der tektonischen Verhältnisse oder des Baues der Erde, die Schichtenlehre oder Stratigraphie* auf Grundlage der Leitfossilienkunde, die *topographische Geologie der Erdoberfläche*, sowie endlich die *Er-*

forschung der Geschichte der Meere und Festländer übrig, wobei sie sich jedoch vielfach auf die Ergebnisse der Nachbarwissenschaften zu stützen gezwungen ist. Immerhin wäre aber das Gebiet der wissenschaftlichen Aufgaben der Geologie, wenn es zielbewußt bebaut wird, groß genug, um zu einer neuen Blüte dieser Wissenschaft führen zu können.

Die Loslösung einer neuen Wissenschaft von der Mutterwissenschaft geht niemals ohne Reibungen vor sich. Ist aber die junge Forschungsrichtung stark genug, um auf eigenen Füßen zu stehen, so bringen sie, wie die Geschichte der Wissenschaften zeigt, weder Lockungen noch Zwangsmittel wieder in die alten Fesseln zurück. Die Paläozoologie und die Paläobiologie sind flügge geworden und es wird der Geologie kaum mehr möglich sein, die beiden entflohenen Vögel wieder einzufangen.

Besprechungen.

Haecker, Valentin, Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik). Gemeinsame Aufgaben der Entwicklungsgeschichte, Vererbungs- und Rassenlehre. Jena, G. Fischer, 1918. X, 344 S. und 181 Abbildg. Preis M. 12,—.

Die verschiedenen derzeit modernen Zweige der Biologie gehen vielfach ihre eigenen Wege und suchen die Frage: Wie entstehen die Eigenschaften, wie verändern sie sich, wie werden diese Änderungen erblich, d. h. wie entstehen neue Rassen, Arten usw., nach ihren speziellen Methoden kausal zu beantworten. So hat namentlich die Vererbungslehre in gewissem Sinne den notwendigen Anschluß an die Entwicklungsgeschichte und Morphologie nicht in wünschenswertem Maße gesucht. Man ging von Weismanns Lehre aus, nahm als erwiesen an, daß den erblichen „Außeneigenschaften“ eine im Keime liegende Ursache, eine „Anlage“ zugrunde liegen müsse, arbeitete aber dann fast ausschließlich mit den Außeneigenschaften weiter, ohne sich viel darum zu kümmern, auf welche Weise, wann und wo diese in der Entwicklung des Individuums nachweisbar werden.

Die neue vom Verfasser inaugurierte Richtung sucht nun die Kluft zwischen sichtbarer Außeneigenschaft und ihrer unsichtbaren Anlagen zu überbrücken und ist auf diesem Wege bereits zu sehr schönen Ergebnissen gelangt, die wir den vereinten Bemühungen des Verfassers und einiger weniger Autoren verdanken, deren Arbeiten in dem vorliegenden Buche zusammengetragen sind.

Naturgemäß erstrecken sich diese Forschungen in erster Linie auf Anomalien, Größenverhältnisse, Hautgebilde wie Haare, Federn u. dgl., auf Farben, Zeichnungen und andere der Untersuchung leichter zugängliche Eigenschaften. Als Beispiel sei nur erwähnt, daß wir durch die Untersuchungen Cramptons erfahren, die Asymmetrie der Schnecken sei schon durch die schiefe Stellung der Spindeln bei den ersten Furchungsvorgängen des Eies bedingt. Aus den Arbeiten des Verfassers, von Toldt jun. und einigen anderen sehen wir, wie Anordnung der Federn und Haare auf gewisse sehr frühe Vorgänge im Hautwachstume zurückführen: manche regelmäßige Erscheinung in Farbe und Form der Federn läßt sich auf rhythmischen Wechsel in der Ernährung zurückführen, anderes auf früh eintretende

Hemmungen usw. Daß jedoch auch viel komplexere Eigenschaften, wie Schädelform, Gesichtstypus u. dgl. bereits in den Bereich der Untersuchungen gezogen werden können, entnehmen wir u. a. aus den Ausführungen über das Mongolengesicht. Wie namentlich Toldt jun.¹⁾ hervorgehoben hat, wirken z. B. auf das in der Entwicklung begriffene, für die Gesichtsform äußerst wichtige Jochbein Spannungen, Zug und Druck in besonders hohem Grade ein.

Es würde zu weit führen, hier noch weitere Beispiele aus dem überreichen Inhalte des Buches anzuführen, doch sei noch auf die entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregeln hingewiesen, welche Verfasser in folgender Weise formuliert: Man kann Merkmale mit einfach-verursachter und frühzeitig autonomer Entwicklung solchen mit komplex verursachter und durch mannigfache Korrelation gebundener Entwicklung gegenüberstellen. Erstere weisen klare (mendelsche) Spaltungsverhältnisse auf, während letztere häufig die Erscheinung der unregelmäßigen Dominanz und Kreuzungsvariabilität sowie ungewöhnliche Zahlenverhältnisse zeigen.

Auf das Gebiet der Pathologie und Konstitutionslehre übertragen, ergibt sich folgende Regel: Eine Krankheit zeigt eine regelmäßige Vererbungsweise, wenn sie auf ein Organ von stark ausgeprägter Minderwertigkeit lokalisiert ist und wenn die Organ-Anomalie ihrerseits infolge einer einfach-verursachten, frühzeitig autonomen Entwicklung einem regelmäßigen Vererbungsmodus folgt. — Für die Völkerkunde läßt sich die Regel etwa in folgender Weise formulieren: Einfach-verursachte, frühzeitig autonome Eigenschaften kehren bei Mischvölkern durch viele Generationen hindurch in reiner Form wieder, auch dann, wenn die anfänglichen Träger, sei es innerhalb des Volkes selbst entstanden, sei es von Fremdvölkern übernommen, in erheblicher Minderzahl waren; komplex verursachte Eigenschaften verlieren in Mischvölkern allmählich ihren ausgeprägten Charakter, auch wenn die anfänglichen Träger einen nach Anzahl und Machtverhältnissen beträchtlichen Volksbestandteil gebildet hatten.

Die Beobachtung, daß gewisse ausgeprägte Charaktere einer Spezies bei entfernten Spezies als Aberrationen auftreten (Transversion) und daß extreme Varianten einer Spezies in den Variationsbereich einer anderen übergreifen (transgressive Variation), veranlaßt den Verfasser zur Aufstellung des Begriffes der „Pluripotenz“, d. i. die in jedem Organismus vorhandene virtuelle Fähigkeit, unter besonderen Bedingungen bestimmte vom Typus abweichende Entwicklungsrichtungen einzuschlagen: „Das Vorhandensein einer größeren aber nicht unbegrenzten Zahl von Potenzen oder Entwicklungsmöglichkeiten, ein normaler in der stofflichen strukturellen Beschaffenheit des Artplasmas begründeter, meist vielen Spezies gemeinsamer Besitz.“ Diese Betrachtungsweise dürfte geeignet sein, uns bei der Beurteilung der so vielfach verworrenen Fragen, die mit Variation, Konvergenz u. dgl. zusammenhängen, gute Dienste zu leisten.

In Ergänzung von Weismanns These, wonach nur Keimesvariationen vererbt werden, wird man annehmen können, daß eine typische „Lamarcksche Vererbung“ (erworbener Eigenschaften) im Sinne einer somatischen Induktion der Keimzellen sowie eine Parallelinduktion und fakultativ-identische Vererbung nur dann möglich ist, wenn das von den Eltern indi-

¹⁾ Die betr. Arbeit stammt nicht von C. Toldt sen., sondern von K. Toldt jun.

viduell Erworbene schon vorher als virtuelle Potenz im Artplasma vorbereitet lag. — Damit scheint (dem Ref.) eine Brücke zwischen *Weismann* und *Lamarck* hergestellt, mit der die Anhänger des letzteren ganz zufrieden sein können. Hat ja doch längst keiner von ihnen mehr geglaubt, daß eine Vererbung von somatisch erworbenen Eigenschaften stattfindet, welche außerhalb der Potenz des Art- bzw. Keimplasmas liegen. Auf jeden Fall sind *Haeckers* Ausführungen vollauf geeignet, zur Schlichtung des alten Streites zwischen Epigenetikern und Evolutionisten (welcher in letzter Zeit vielfach in einen Wortstreit auszuarten drohte) beizutragen und dadurch jenen den Boden zu entziehen, welche diesen Streit für ihre leichtsinnigen Sonderzwecke auszunützen strebten. *A. Handlirsch, Wien.*

Zade, A., Der Hafer. Jena, Gustav Fischer, 1918, VI, 355 S. und 31 Abbild. Preis M. 9.—.

Der Verfasser hat mit vorliegendem Buche auf 343 Seiten eine äußerst gründliche und gediegene Studie über den Hafer geliefert, die als ein wertvoller Zuwachs der Literatur auf dem Gebiete der speziellen Pflanzenbaulehre zu betrachten ist. Einleitend wird Geschichte und Heimat, Name und Verbreitung, sowie die Statistik des Anbaues und der Hafererzeugung, der Preisbewegung, der Zollsätze usw. behandelt. Daran schließt sich eine sehr gründliche morphologische und physiologische Betrachtung vom keimenden Saatkorn bis zur fertig ausgebildeten reifen Haferpflanze. In einem kleinen Kapitel werden vorkommende Formabweichungen erwähnt und dann in einem großen Abschnitt die Wachstumsbedingungen, die Ansprüche des Hafers an Klima und Boden, in großer Ausführlichkeit das Saatgut und Saathett des Hafers behandelt. Daran schließen sich die Abschnitte über die Pflge, Nährstoffaufnahme und Düngung, Fruchtfolge, über Wachstumsstörungen, Ernte und Aufbewahrung. Damit ist gewissermaßen der praktische Teil des Buches beendet. Ihm folgt noch ein ausgedehnter theoretischer Teil über die Verwandtschaftsverhältnisse und Abstammung des Hafers, also über die Hafersystematik, die Sorteneinteilung, d. h. die Systematik innerhalb der Kulturhaferformen von *Avena sativa*, die in einem Sortenstammbaum gipfelt, dem eine ausführliche Besprechung der Mehrzahl der jetzt am Markte befindlichen Hafersorten mit ihren Kulturanforderungen und Leistungen und einem alphabetischen Sortenverzeichnis mit recht wertvollen Literaturnachweisen angeschlossen ist. Auch der Züchtung des Hafers wird ein kurzer Abschnitt gewidmet und ebenso der Bedeutung des Hafers als Futter- und Nahrungsmittel. Ein alphabetisches Personen- und Sachverzeichnis schließt das Buch und macht es zum Nachschlagen handlich. Aus dieser Inhaltsübersicht geht hervor, wie der Verfasser seine Aufgabe angefaßt hat. Es handelt sich in dem Buche nicht um eine kompulatorische Stubenmacherie, sondern es enthält eine Menge eigener Laboratoriumsarbeit und anderer Untersuchungen und Beobachtungen neben gewissenhafter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur.

Das Buch ist nicht nur für jeden wissenschaftlichen und Schulgebrauch unentbehrlich, sondern auch alle Saatzbauvereine, landwirtschaftliche Genossenschaften und landwirtschaftliche Praktiker, sowie der Getreidehandel in jeder Form sind an seinem Inhalt interessiert und können Nutzen aus ihm ziehen. Dem Buch ist daher weiteste Verbreitung zu wünschen. Ausstattung, Druck und Abbildungen sind vollendet gut und mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der Drucklegung in jetzigen Kriegszeiten doppelt hoch anzuerkennen.

v. Rümker, Berlin-Nikolassee.

Zuschriften an die Herausgeber.

Riffelbildung und gleitende Reibung.

Die Riffelbildung auf Eisenbahnschienen ist ein so gewöhnliches Vorkommnis, daß sie auch dem Laien leicht ins Auge fällt, und sich ihm die Frage nach der Entstehung dieser wellenförmigen Eindrücke geradezu aufdrängt. Mit einer gewissen Überraschung habe ich daher aus einer neuerdings erschienenen Abhandlung von *J. Wattmann*¹⁾ ersehen, daß es bis jetzt nicht gelungen sein solle, die eigentlichen Ursachen der Riffelbildung festzustellen. Es dürfte deshalb vielleicht nicht überflüssig sein, eine Erklärung dieser auffälligen Erscheinung zu geben, die zugleich auch auf das Wesen der Reibung zwischen festen Körpern einiges Licht zu werfen geeignet ist. Zur Ausbildung von Riffeln würde es auf Eisenbahnschienen nicht kommen können, wenn die Räder der Züge sich nur mit rollender Reibung auf ihnen bewegen würden. Dies ist jedoch in vollkommener Weise wohl nirgends der Fall, da schon jede Geschwindigkeitsänderung ein Gleiten der Radkränze auf den Schienen zur Folge haben kann. Der Übergang von der rollenden zur gleitenden Reibung vollzieht sich allmählich bei starker Bremsung der Räder, und bei der gleitenden Reibung tritt dann jener Vorgang auf, der zur Ausbildung von Riffeln führt und durch einen leicht anzustellenden Versuch erläutert werden mag. Führt man einen elastischen Körper, der mit einem Punkte oder — der Wirklichkeit mehr entsprechend — mit einem kleinen Stück seiner Oberfläche auf eine glatte Fläche drückt, über diese mit einer gewissen Geschwindigkeit dahin, so gerät er in eine hüpfende Bewegung, die vielleicht am deutlichsten in Erscheinung tritt, wenn man die etwas angefeuchtete Spitze eines Fingers, am besten diejenige des Daumens, unter Druck über eine Tischplatte hinwegführt. Werden bei einem fahrenden Zug die Räder gebremst, so muß, da jetzt die rollende Reibung durch die gleitende abgelöst wird, gleichfalls jene hüpfende Bewegung auftreten. Die Räder hämmern dabei mit einer Kraft, die sich aus dem Gewicht des Zuges ergibt, auf die Schienen und bringen so die Riffeln zustande. Es dürfte nicht schwer sein, durch geeignete Versuche die Richtigkeit dieser Auffassung zu erhärten. Die durch das Hämmern der Räder eintretende Erschütterung läßt sich schon durch das Gefühl wahrnehmen; es wäre ein leichtes, sie mit Hilfe von Seismographen aufzuzeichnen und näher zu analysieren.

Je größer die Adhäsion zwischen den beiden Körpern ist, die sich in gleitender Bewegung gegeneinander befinden, um so stärker ist die hüpfende Bewegung, wie sich schon aus der Tatsache ergibt, daß eine leicht angefeuchtete Fingerspitze auf der Tischplatte stärker hüpfet als eine trockene, ein mit Harz bestrichener Violinbogen die Saite besser in Schwingung bringt als ein glatter. Man kann also annehmen, daß beim gänzlichen Fehlen jeder Adhäsion eine vollkommen gleitende Reibung eintreten würde. Dieser Fall ist aber wohl nirgends verwirklicht, da eine Adhäsion ja stets stattfindet, also auch die Tendenz zum Hüpfen bei den in der Wirklichkeit vorkommenden Fällen von gleitender Reibung immer auftreten muß.

Dem Eisenbahnzug nun ist die Möglichkeit des Hüpfens gegeben, weil er in seiner Bewegung nach oben hin nicht gehindert ist. Anders dagegen verhält es sich bei zwei Körpern, die mit ihren Oberflächen anein-

¹⁾ Ein Problem der Straße. Von *J. Wattmann*. Jahrbuch der Urania für das Jahr 1918. Braunschweig, 1918. S. 96—120.

ander gleiten, ohne die Möglichkeit des Ausweichens senkrecht zu der Berührungsfäche zu haben, wie es z. B. bei vielen hin- und hergehenden Teilen von Maschinen, bei der Drehung einer Welle in ihrem Lager und zahlreichen anderen zwangsläufigen Bewegungen der Fall ist. Die Tendenz zu einer hüpfenden Bewegung ist zweifellos auch hier vorhanden, und die beiden sich berührenden Flächen hämmern auch hier gegeneinander, nur ist das Ausmaß dieser Bewegung so gering, daß es mechanisch nicht mehr nachweisbar ist. Ganz verloren gehen aber kann diese Arbeit nicht, und in der Tat wird dieses molekulare Hämmern erkennbar in der, bei solchen Bewegungen auftretenden Erwärmung der betreffenden Maschinenteile, wofür das Heißlaufen von Achsen und Wellen ein weithin bekanntes Beispiel ist.

Besäßen die beiden Reibungsflächen eine unbegrenzte Elastizität, so würde die Hämmern aufhören und sich ein dynamischer Gleichgewichtszustand herstellen, wie er in analoger Weise bei Geschwindigkeitsdifferenzen von Wasser- oder Luft-Schichten durch H. v. Helmholtz zuerst nachgewiesen, und für gewisse Formen der festen Erdoberfläche von mir behauptet wurde.¹⁾ Die glatten Reibungsflächen müßten dann

¹⁾ Der Einfluß des dynamischen Gleichgewichtes auf die feste Erdoberfläche. Von Otto Baschin. Die Naturwissenschaften, Berlin, 1918, Jahrg. 6, S. 355 bis 358.

ebenfalls solche Wellenformen annehmen, die den gleichen Gesetzmäßigkeiten unterliegen würden. Ein derartiger Bewegungsvorgang ist jedoch nur in der Vorstellung denkbar, nicht aber tatsächlich verwirklicht. Und doch gibt es, um dem theoretischen Vorgang wenigstens nahe zu kommen, ein Hilfsmittel, dessen sich die Technik, lediglich auf die Erfahrung gestützt, längst bedient: das Schmieren der Achsen und anderer beweglicher Maschinenteile mit Flüssigkeiten. Eine dünne Flüssigkeitsschicht, von welcher die Hälfte je einer der beiden Reibungsflächen adhärert, liefert die Möglichkeit, eine, der theoretischen Forderung nahe kommende, leicht bewegliche wellenförmige Grenzfläche zu schaffen. Das Hämmern der Metallflächen gegeneinander, und damit auch das Heißlaufen der Maschinenteile, wird dann um so mehr vermindert, je vollkommener das Schmiermittel imstande ist, die von der Theorie geforderten schnellen Formänderungen mitzumachen.

Das Ergebnis der obigen Betrachtungen würde also in dem Satz gipfeln, daß bei der gleitenden Reibung der Flächen zweier fester Körper gegeneinander die Tendenz vorhanden ist, den Reibungsflächen eine Wellenform aufzuzwingen, bei welcher die Größe und Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen von der Dichte des Materials und der Geschwindigkeit der Gleitbewegung abhängt.

Berlin, den 29. Juli 1918.

Prof. O. Baschin.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Stiftung Heinrich Lanz).

6. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Es wurden folgende wissenschaftliche Arbeiten vorgelegt:

1. Von Herrn F. Himstedt (Freiburg i. B.): *Über die absolute elektrooptische Verzögerung und Beschleunigung bei der elektrischen Doppelbrechung*. II. Teil. Die Arbeit enthält neue Versuche über die oben bezeichnete Frage, aus denen hervorgeht, daß eine Entscheidung zwischen den verschiedenen Theorien der elektrischen Doppelbrechung nur durch Versuche mit sehr gut isolierenden Flüssigkeiten möglich sein wird und zwar erst dann, wenn quantitative Messungen der Elektrostriktion vorliegen.

2. Von Herrn M. Wolf eine Arbeit der Herren C. Wirtz und P. Hügeler: *Über die Gesetzmäßigkeiten in der Bewegung der von M. Wolf entdeckten raschlaufenden Sterne*. In den Jahren 1915—1917 hat Wolf (Heidelberg) nach einer von ihm 1906 eingeführten Methode etwa 700 Fixsterne mit größerer Eigenbewegung aufgefunden und gemessen. Dieses Material bietet den Verfassern die Anregung, die Frage der Bewegung des Sonnensystems und der Triftbewegung der Fixsterne von neuem einer rechnerischen Untersuchung zu unterziehen. Die Auflösung erfolgt auf zwei Wegen, sowohl mit der Airyschen als mit der Schwarzschildschen Methode. Es zeigt sich, daß die untersuchten Sterne sämtlich der Sonne relativ sehr nahe stehen. Der Zielpunkt der Bewegung des Sonnensystems ergibt sich nahe beim Stern Phi im Sternbild des Schwanen, also beträchtlich östlicher, als die früheren Untersuchungen ergaben, während der Vertex der Sternbewegung, bei Gamma in den Zwillingen, mit den seitherigen Bestimmungen übereinstimmt.

3. Von Herrn P. Lenard: *Über Ausleuchtung und Tilgung der Phosphore*. Teil IV: *Molekulare Eigenschaften der Phosphoreszenzzentren; Anteil der Wärmebewegung an der Abklingung; Gesamtübersicht*. Die

Arbeit enthält eine Gesamtinhaltsübersicht aller vier Teile. Es ergibt sich ein ziemlich eingehendes Bild vom Bau der Phosphoreszenzzentren und von den Vorgängen in ihnen, welches die große Fülle der beobachteten Tatsachen neu faßt und deshalb zur Beherrschung des Gegenstandes geeignet ist.

4. Von Herrn P. Lenard eine Arbeit von Herrn C. Ramsauer (im Felde): *Über die Wirkung des Schumannviolett auf die Hauptgase der Luft*. Nach Versuchen und Entwürfen von Alois Martin (gef. vor Reims 1915) zusammengestellt. Die Versuche betrafen die von den äußerst stark in Luft absorbierbaren ultravioletten Strahlen in der Luft erzeugte elektrische Leitfähigkeit, das ist die Ablösung von Elektronen aus den Molekülen der Gase (lichtelektrische Wirkung) durch Licht. Es wird die Wirkung quantitativ bei verschiedenen Gasen verglichen, bezogen auf die gleiche absorbierte Lichtenergie. Das theoretisch interessante Problem hatte vorher noch in keinem anderen Falle von lichtelektrischer Wirkung direkt behandelt werden können; indirekt ist es bei den Phosphoren behandelt. Die Untersuchung blieb insofern unvollendet, als die absolute Messung der Lichtenergie, welche weitere Schlüsse gestatten würde, nicht mehr ausgeführt werden konnte.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

1. Juni. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr Sommerfeld spricht über seine *Untersuchungen zur Frage des Atombaus und der Spektrallinien*. Er legt vor eine Arbeit von Herrn W. Lenz *Über ein invertiertes Bohrmodell*, in der erstmalig das Problem der Kernstruktur behandelt wird, und eine eigene Note *Über die Feinstruktur einer Röntgen-Linie aus dem K-Spektrum*, deren Voraussagen durch Erfahrungen von Herrn Siegbahn bestätigt werden.

(Beide Mitteilungen erscheinen in den Sitzungsberichten.)

2. Herr H. Liebmam hält einen Vortrag über: *Eine Methode der konformen Abbildung auf Grund einer Idee von Boltzmann.*

Sitzung am 6. Juli 1918.

Herr M. Schmidt berichtet über die *Untersuchung von Höhenänderungen im oberbayerischen Alpenvorland*, welche durch Vergleichung der Ergebnisse älterer und von neuerdings für dieselben Hauptfestpunkte ausgeführten Feinnivellements festgestellt wurden und auf Senkungen der Erdkruste zurückzuführen sind. Die beobachteten Senkungen zeigen Beträge bis zu rund 80 mm und sind für ein Gebiet nachgewiesen, das sich auf 100 km Länge von München ostwärts bis zur Salzach und auf 50 km Breite vom Fuß der Nordkette der Alpen bis zum Innthal erstreckt. Das genannte Gebiet ist zur näheren Untersuchung einer im Jahre 1906 bei Laufen a. d. Salzach beobachteten Höhenstörung mit einem Netz von Feinnivellementslinien von 625 km Gesamtlänge überzogen worden, die größtenteils mit Linien des in dieser Gegend bereits vor 45 Jahren ausgeführten bayerischen Präzisionsnivellements zusammenfallen und mit diesen eine große Anzahl von zuverlässigen Höhenmarken gemeinsam haben. Die aus der Netzausgleichung berechneten mittleren Nivelierfehler betragen für das ältere Nivellement $\pm 2,3$ mm für das Kilometer und für das neuerdings wiederholte Nivellement $\pm 0,8$ mm nach der Linienausgleichung und $\pm 1,3$ mm nach der Netzausgleichung, so daß man für die kilometrische Differenz beider Nivellements den mittleren zufälligen Kilometerfehler zu $\pm 2,8$ mm annehmen kann. Hieraus ergibt sich für die äußerste Grenze des Messungsgebietes eine mittlere Unsicherheit der beobachteten Senkungen von ± 28 mm, ein Betrag, der den dritten Teil der ermittelten größten Senkung von 82,8 mm bei Laufen gerade erreicht. In einem das Senkungsgebiet darstellenden Kärtchen sind die beobachteten Senkungen durch Linien gleicher Senkung (Isokatabasen) mit 10 mm Höhenabstand dargestellt. Dieselben lassen die durch die Schubwirkung der gegen Norden vorrückenden Alpenkette in den jüngeren Gebirgsschichten hervorgerufene Faltung deutlich erkennen, die in geringem Maße offenbar in der Neuzeit noch fortdauert. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

6. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

Herr Orth las über *Colitis und Gastritis cystica*. In Anknüpfung an neuere Veröffentlichungen werden die verschiedenen Formen der mit Schleimcystenbildung einhergehenden Entzündungen des Magendarmkanals erörtert und besonders für die Colitis eine Trennung in eine oberflächliche und eine tiefe Form gefordert. Für die letzte wird an einer Trennung in eine primär entzündliche atypische Drüsenbildung und eine regeneratorisch-hypertrophische festgehalten, ebenso wie daran, daß die bei Ruhr im Stuhlgang vorkommenden froschlaichartigen Körperchen teils aus tiefen Schleimcysten, teils von umgewandelten Amylonresten der Nahrung herrühren.

13. Juni. Gesamtsitzung.

1. Herr Struve berichtete über die *Entdeckung der Nova Aquilae durch Professor Courvoisier am 9. Juni und die seitdem an der Babelsberger Sternwarte angestellten Beobachtungen der Nova.*

2. Herr Rubens legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Max Born in Berlin vor: *Über die Maxwell'sche Beziehung zwischen Brechungsindex und Dielektrizitätskonstante und über eine Methode zur Bestimmung der Ionenladung in Kristallen.* Es wird darin gezeigt, daß sich auf Grund der Gittertheorie das Produkt von Ionenladung und Wellenlänge der Gitterschwingung bei zweiatomigen Kristallen durch die Differenz $D - n^2$

ausdrücken läßt, wo D die Dielektrizitätskonstante, n der Brechungsindex zwischen den kurz- und den langwelligen ultraroten Eigenschwingungen ist. Durch Vergleich mit der Wellenlänge der Reststrahlen erhält man hieraus eine Schätzung der Ladung des einwertigen Kristallions, die mit der des elektrolytischen Ions angenähert übereinstimmt.

20. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Einstein hielt einen referierenden Vortrag über eine von Levi-Civita und Weyl gefundene Vereinfachung der Riemannischen Theorie der Krümmung und die hieran sich knüpfende Weylsche Theorie über Gravitation und Elektrizität.

2. Herr Struve legte eine Abhandlung des Herrn Prof. F. K. Ginzler in Berlin vor: *Über die Störungen der Bahn des Oibersschen Kometen in der Marsnähe 1887.* (Ersch. später.) Die Abhandlung bildet eine Ergänzung zweier bereits in den Jahren 1881 und 1893 erschienenen Arbeiten desselben Verfassers über die Bahn des Oibersschen Kometen. Die früher nur vorläufig in roher Annäherung ermittelten speziellen Störungen durch Mars werden hier für die Zeit der Marsnähe im Sommer 1887 durch kürzere Intervalle in der Störungsrechnung strenger abgeleitet.

11. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Liebisch sprach über *Kristalle mit optischem Drehungsvermögen.* (Ersch. später.) Betrachtet man die Fortpflanzung und Polarisation des Lichtes in einem durchsichtigen aktiven anisotropen Kristall als das Ergebnis des Zusammenwirkens einer gewöhnlichen Doppelbrechung B mit geradlinig und senkrecht zueinander polarisierten Wellen und einer Doppelbrechung C mit zirkularer Polarisation, so lassen sich die Vorzeichen von B und C gleichzeitig bestimmen mit Hilfe der Interferenzerscheinungen, die im konvergenten Lichte entstehen, wenn eine zu einer optischen Achse senkrechte Platte zwischen einem geradlinigen Polarisator und einem zirkularen Analysator oder umgekehrt zwischen einem zirkularen Polarisator und einem geradlinigen Analysator eingeschaltet wird. Die hierfür geltenden Regeln ergeben sich aus den Beziehungen zwischen jenen Erscheinungen und den Interferenzbildern, die unter den gleichen Bedingungen durch Platten aus inaktiven Kristallen hervorgerufen werden.

2. Herr Planck überreichte eine Mitteilung des Herrn Professor Dr. M. Born in Berlin: *Die elektromagnetische Masse der Kristalle.* Der Satz von der Trägheit der Energie verlangt, daß die träge Masse eines festen Körpers nicht exakt gleich der Summe der Atommassen ist, sondern um einen Betrag größer, der sich ergibt, wenn man die Energie der Kohäsionskräfte, die bei der Kristallisation wirksam werden, mit dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit dividiert. Mit Hilfe der Methoden der Gitterdynamik läßt sich dieser Satz, der eine allgemeine Folgerung der Relativitätstheorie ist, durch Rechnung direkt bestätigen, soweit die Kohäsionskräfte elektromagnetischen Ursprungs sind.

18. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Haberlandt sprach über *Zellwandverdauung*. Mikroskopische Untersuchungen über die Veränderungen, welche die pflanzlichen Zellwände im Verdauungskanal des Menschen und verschiedener Tiere erleiden, sind bisher von pflanzenanatomischer Seite nur in geringer Anzahl ausgeführt worden. Der Vortragende berichtet nun über die Ergebnisse einer größeren Versuchsreihe, wobei die Zellwandverdauung seitens des Menschen, des Hundes, des Schafes, des Pferdes, ferner einiger Schmetterlingsraupen und Landschnecken mikroskopisch näher verfolgt wurde.

2. Herr *Struve* legte eine Abhandlung des Herrn Prof. F. K. Ginzl in Berlin vor: *Beiträge zur Kenntnis der historischen Sonnenfinsternisse und zur Frage ihrer Verwendbarkeit.* (Abh.) Die früheren Arbeiten des Verfassers behandelten hauptsächlich die historischen Sonnenfinsternisse nach Quellen aus Mittel- und Westeuropa. In der vorliegenden Abhandlung werden die von nordischen und vorderasiatischen Quellen überlieferten Sonnenfinsternisse aus der Zeit des Mittelalters einer eingehenden Bearbeitung unterzogen, wodurch das früher erlangte Material eine wesentliche Bereicherung erfährt, welche auch für die Mondtheorie von Bedeutung ist.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

In der außerordentlichen Gesamtsitzung vom 6. Juli wurde Herr Geh. Bergrat Dr. *Richard Beck*, Professor Dr. Geologie an der Bergakademie in Freiberg i. Sa., zum ordentlichen Mitgliede der mathematisch-physikalischen Klasse, in der außerordentlichen Gesamtsitzung vom 15. Juli wurden die Herren Professor Dr. *Matthias Murko* und Geh. Hofrat Prof. Dr. *Alfred Körte*, beide in Leipzig, zu ordentlichen Mitgliedern der philologisch-historischen Klasse gewählt. In der Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse am gleichen Tage wurden folgende Arbeiten für die Berichte vorgelegt: von Herrn Sekretär *Hölder* 1. Über die Blaschkesche Verallgemeinerung des Vitalischen Satzes. Von *Edmund Landau* (Göttingen). 2. Über affine Geometrie 18: Zur Differentialgeometrie der Raumkurven. Von *E. Salkowski* (Adlershof). 3. Über affine Geometrie 19: Extremeigenschaften und Integralgleichungen für die Ellipse. Von *Wilhelm Blaschke* (Königsberg i. Pr.). 4. Eine gemeinsame Methode zur Behandlung gewisser auf Funktionalgleichungen bezüglicher Probleme. Von *Fritz Schürer* (Stettin), von Herrn *Rinne*. 5. Salzbandbildungen bei Lamprophyren und der Odinit. Von *P. J. Beger* (Leipzig). 6. Über Modifikationsänderungen des Quarzes. Von *Rinne*, *Niggli* und *Schiebold* (Leipzig), von Herrn *Kossmat* eine eigene Arbeit: 7. Vorläufige Mitteilungen über den geologischen Bau von Mittelmazedonien. Für die Abhandlungen wurden eingereicht und angenommen: 1. Die streckenweise Berechnung der Geschoßflugbahnen. Von *Otto Wiener* (Leipzig) und 2. Die sächsischen Erdbeben während der Jahre 1907—1915. Von *Franz Etzold* (Leipzig), vorgelegt von Herrn *Kossmat*. Die Klasse erklärt ihr prinzipielles Einverständnis zu einer von der Gesellschaft der Wissenschaften zu veranstaltenden Herausgabe der gesammelten Werke *Ewald Herings*.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

13. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat *Franz Exner* legt vor: *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Nr. 108. Erfahrungen und Spezialergebnisse bei der Zählung von α -Teilchen*, von *Robert W. Lawson* und *Victor F. Heß*. Die Verfasser haben folgende Gase auf ihre Eignung zu reinen α -Zählungen geprüft: a) Stickstoff, b) Sauerstoff, c) Wasserstoff, d) Kohlensäure und e) Mischungen von Kohlensäure und Luft. Die drei erstgenannten Gase verhalten sich wie Luft, d. h. bei ihnen wirken auch β - und γ -Strahlen stoßerregend. Ebenso verhalten sich Mischungen von Kohlensäure und Luft, wenn sie 50 % oder mehr Luft enthalten. Kohlensäure dagegen reagiert nur auf α -Strahlen und ebenso verhalten sich die Kohlensäure im Überschuß enthaltenden Kohlensäure-Luftgemische. Am besten bewährte sich das Gemisch 54 % CO_2 mit 46 % Luft. In diesem Gemisch verhalten sich die hervorgebrachten Stoßgrößen so wie die primären Ionisationen des betreffenden α -Teilchens. Die Zählungen mit Luft als Füllgas der Zählkammer konnten trotz der erforderlichen Korrektur wegen der

β - und γ -Wirkung doch bis zu einem brauchbaren Grade verbessert werden. Bei Abwesenheit einer radioaktiven Strahlungsquelle ist in allen Gasen stets noch eine restliche Zahl von Stößen pro Minute („natürliche Zahl“) vorhanden. Es wurde eine mehrmonatliche Statistik der „natürlichen Zahl“ in Luft und im Kohlensäure-Luftgemisch mitgeteilt. Erstere gibt auch ein qualitatives Bild des Verlaufes der durchdringenden Strahlung in derselben Zeitperiode. Bei den Zählungen wurden auch vereinzelte sehr große („singuläre“) Stöße beobachtet. Das Vorkommen derselben wurde während eines Jahres statistisch verfolgt und eine beträchtliche Verminderung ihrer relativen Häufigkeit bis auf 1 % der gleichzeitig beobachteten α -Teilchen festgestellt. Diese singulären Ausschläge sind nicht radioaktiven Ursprungs, und in Kohlensäure viel häufiger als in Luft. Ferner wurden Experimente über die relative Zahl der α -Strahlen in Wasserstoff erregten sogenannten H-Strahlen ausgeführt. Weiter wurde untersucht, ob auch bei RaC α -Teilchen abnorm großer Reichweite existieren, ähnlich wie sie *Rutherford* und *Wood* bei ThC gefunden haben. Es ergibt sich, daß ihre Zahl kleiner als $\frac{1}{50\,000}$ der Zahl der gewöhnlichen α -Partikel des RaC sein muß.

Derselbe legt ferner vor: *Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. Nr. 59. Über das Gleichgewicht zwischen ionenerzeugenden und ionenvernichtenden Vorgängen in der Atmosphäre*, von *E. v. Schweidler*. Die bisher vorliegenden Messungen des Koeffizienten α für die Wiedervereinigung der Ionen in der natürlichen Luft führen zu einem Mißverhältnis zwischen den beobachteten Werten der Ionisierungsstärke und des Ionengehaltes: die beobachtete Ionisierungsstärke ist bedeutend größer als die aus dem Ionengehalte berechnete. Es wird zunächst theoretisch gezeigt, daß der scheinbare Wert des Koeffizienten α von der vorhandenen Ionenzahl abhängt und daß die bisher angewandte Methode zu seiner Bestimmung in Freiluft ungeeignet ist. Zur experimentellen Bestimmung wird eine neue Methode angewandt, die für den scheinbaren Wiedervereinigungskoeffizienten den Wert $29 \cdot 10^{-8}$ (statt 1.6 für gereinigte Luft und 2 bis 4 für atmosphärische Luft nach den bisherigen Methoden) liefert. Meteorologische Verhältnisse, wie Föhnlage oder Dunst, haben einen merkbaren Einfluß.

Dr. H. v. Schrötter: Klimatische Beobachtungen und Studien anlässlich der Landungsmanöver in Dalmatien, August 1911, nebst Notizen zur Hygiene des Marsches. Was die Wetterlage und deren Wirkung auf die Truppen anlangt, so kamen Fälle von Hitzschlag vor, als die Lufttemperatur, die Insolation, der Heizwert, die relative Feuchtigkeit im Mittel $31,00$, $52,00$, $41,00$, $61,0$ % betrug und diese Faktoren Werte von $32,80$, $54,50$, $43,50$, $53,0$ % erreicht hatten. Die Intensität des Gesamtlichtes bewegte sich in der Zeit von 11 h a. m. bis 3 h p. m. annähernd um den Wert von $1,2$ B. E., um während der Mittagsstunden $1,3$ B. E. zu überschreiten. Zur richtigen Beurteilung der klimatischen Heizwirkung für marschierende Truppen muß gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt der Luft nachdrücklich berücksichtigt werden.

Das w. Mitglied *E. Zecher* legt vor: *Über die lichtpositive und lichtnegative Photophoresis, untersucht am Schwefel und Selen von Dr. Irene Parankiewicz.* Im Anschlusse an die Untersuchungen von *F. Ehrenhaft* wurde die Abhängigkeit der lichtpositiven und lichtnegativen Kräfte vom Material, von der Größe der Probekörper, von der Zeit, von der Natur und vom Drucke des die Probekörper umgebenden Gases an Schwefel und Selenkugeln der Größen $8-60 \times 10^{-6}$ cm Radius untersucht. Dabei bestätigen sich die bereits von *Ehrenhaft* gezogenen Schlüsse, daß es sich sowohl bei den lichtpositiven wie bei den lichtnegativen Kräften um Kraftwirkungen erster Art, also um direkte Einwirkung der Strahlung auf die Materie handelt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 36.

6. September 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements.
Von *Dr. Heinrich Remy, Paderborn* S. 525.

Mutationsartige Umwandlung von Kristallen. Von
Prof. Dr. A. Johnsen, Kiel S. 530.

Besprechungen:

Niklas, H., Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse. Von *Paul Ehrenberg, Göttingen*. S. 535.

Köppen, W., Wind und Wetter in den europäischen Gewässern. Von *A. Schmauß, München*. S. 536.

Zoologische Mitteilungen:

Ueber künstliche Aufhebung des Spinnens der Arthropoden. Die vegetative Fortpflanzung von

Amoeba proteus Pall. Die übliche Auffassung des Fliegens der Käfer. Vorstudien zu biologischen Beobachtungen am Zwergwels. Ueber die künstliche Beeinflussung der Lebensdauer. Totale Rotblindheit der kleinen Stubenfliegen. Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des Maikäferfühlers zustande. Ein Friedhof der Waldameise. Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte bei solitären Bienen. S. 536–539.
Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie. S. 539.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Gießen - Marburger Physikalisches Kolloquium. S. 539.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Aus dem chemischen Laboratorium der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München

Sieben Abhandlungen

Von **Richard Willstätter** und **Arthur Stoll**

Mit 16 Textabbildungen und einer Tafel

Preis M. 28.—; gebunden M. 36.—

* Untersuchungen über Chlorophyll Methoden und Ergebnisse

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie

Von **Professor Dr. Richard Willstätter**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

und

Dr. Arthur Stoll

Assistent des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

Mit 16 Textfiguren und 11 Tafeln

1913. Preis M. 18.—; gebunden M. 20.50.

*Hierzu Teuerungszuschlag

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich	8	13	26	52 maliger Wiederholung
	10.	20	30	40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-33. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11120.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

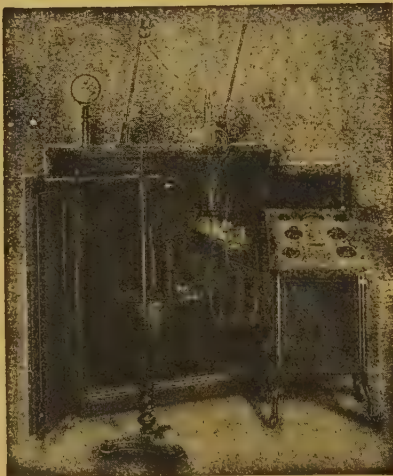
ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

6. September 1918.

Heft 36

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements.

Von Dr. Heinrich Remy, Paderborn.

Die von Boyle aufgestellte Definition der chemischen Elemente als *derjenigen Stoffe, die nicht weiter zerlegt werden können*, hat sich gegenüber dem ehemals tief im Bewußtsein der Menschheit verankerten aristotelisch-scholastischen Elementbegriff, trotz dessen nicht abzuleugnenden naturphilosophischen Tiefsinns, wegen ihrer auf reine Empirie gegründeten Klarheit und ihrer eminent praktischen Brauchbarkeit siegreich durchgesetzt und durch ein Viertel Jahrtausend unangefochten behauptet; in allerneuster Zeit jedoch ist sie wieder Gegenstand ernsthafter Diskussion geworden.

Anlaß dazu hat zunächst die Entwicklung der radiologischen Forschung gegeben. Diese machte die Annahme notwendig, daß *Stoffe völlig gleichen chemischen Verhaltens* nicht nur durch ihre radioaktiven Eigenschaften sich scharf von einander unterscheiden, sondern auch in ihren Atomgewichten erhebliche Differenzen untereinander aufweisen, andererseits hingegen *Stoffe gleichen Atomgewichts* ganz verschiedene Eigenschaften zeigen können. Dadurch wurde der Glaube an die Eindeutigkeit des Atomgewichts für die Charakterisierung eines chemischen Grundstoffs zum mindesten stark erschüttert. Als dann bald darauf der analytischen Chemie der exakte Nachweis gelang, daß z. B. Blei, welches aus verschiedenen Gesteinsarten gewonnen ist, deutlich voneinander abweichende Atomgewichte (zwischen 206,0 und 207,9) besitzt und daß gleichwohl die so erhaltenen unterschiedlichen Bleiarten in ihrem „chemischen“ Verhalten, d. h. in Valenz, Affinität, elektrochemischem Potential, Atomvolumen, (molarer) Löslichkeit, Verbrennungswärme, Massenwirkung, ja selbst in ihrem Lichtspektrum und (höchstwahrscheinlich) auch in ihrem charakteristischen Röntgenspektrum¹⁾ sich als völlig identisch zeigen, so daß sie bei den diesbezüglichen Reaktionen in ganz beliebiger Weise einander vertreten können, da wurde die Frage aktuell, ob solche Stoffe, die wie diese verschiedenen Bleiarten hochgradige Übereinstimmung in ihrem sonstigen Verhalten mit beträchtlichen Unterschieden in ihren Atommassen verbinden, als *verschiedene chemische Elemente* zu bezeichnen seien oder ob man sie als *ein und dasselbe Element* anzusprechen habe.

Um die beste Antwort hierauf zu finden, wollen wir zuerst auf die Vorstellung eingehen, die

sich die heutigen Chemiker im allgemeinen vom Wesen eines Elementes machen, um dann an die Betrachtung des Gehaltes der Boyleschen Definition heranzutreten und aus ihr den bindenden Schluß zu ziehen.

Die Chemiker haben sich im Laufe der Zeit daran gewöhnt, die Elemente nicht nur als *letzte analytisch auffindbare Einheiten*, sondern auch als *Einheiten qualitativen¹⁾ und quantitativen Verhaltens* anzusehen, indem sie annahmen, daß jedes Element durch ganz bestimmte, einander eindeutig zugeordnete Eigenschaften gekennzeichnet sei. So hielten sie die chemische Eigenart, das Spektrum, vor allem aber das *Atomgewicht* für schlechthin charakteristische Eigentümlichkeiten eines chemischen Grundstoffs. Auf diese Art gaben sie dem ursprünglich rein experimentell gedachten Boyleschen Elementbegriff, obgleich sie ihn formell unverändert beibehielten, doch einen reicheren Inhalt, als er ihn ursprünglich besaß. Das war an und für sich gewiß statthaft, und solange es dem durch die Erfahrung Gegebenen gerecht wurde, stand es mit der Boyleschen Definition durchaus nicht in Widerspruch; ebenso wenig wie der durch das Studium der geometrischen Eigenschaften gewonnene reichere Begriff vom Dreieck mit der ursprünglichsten und einfachsten Definition desselben in Kontrast tritt. Diese innere Weiterentwicklung des Elementbegriffs führte sogar gewissermaßen zu einer Synthese zwischen dem empirisch abgeleiteten Boyleschen und dem aus dem logischen Bedürfnis entsprungenen Elementbegriff der alten Zeiten.

Soweit aber hierbei der Satz zugrunde gelegt wurde, daß zwei Stoffe, die in einigen Eigenschaften übereinstimmen, dies auch bezüglich aller anderen Eigenschaften tun,²⁾ wurde in die Vorstellung vom chemischen Element eine Anschauung verwoben, die auf einer innerlich nicht genügend begründeten und deshalb unzulässigen Verallgemeinerung von Erfahrungstatsachen beruhte. Nachdem heute exakte analytische Bestimmungen zu dem Ergebnis geführt haben, daß Stoffe, an denen sich sonst keinerlei Differenzen im Verhalten nachweisen lassen, doch deutlich verschiedene Atomgewichte besitzen, und man andererseits aus gewichtigen Gründen genötigt ist, einigen Stoffen von deutlich verschiedenem chemi-

¹⁾ Der Ausdruck „*qualitativ*“ wird in dieser Abhandlung immer in dem Sinne: „frei von jeder Beziehung auf die *Masse*“ angewandt werden, da man nach dem Sprachgebrauch des Chemikers unter „*quantitativen*“ Beziehungen in der Regel lediglich die die *Massen* betreffenden versteht.

²⁾ Vergl. W. Ostwald, Grundriß der allgem. Chemie, S. 1 (Leipzig, 1899).

¹⁾ Vergl. M. Siegbahn, Jahrb. d. Rad. u. Elektronik XIII, 332 (1916).

schen Verhalten (wie beispielsweise dem Radium *E* und Radium *F*) praktisch gleiche Atomgewichte zuzuerkennen, hat diese Anschauung von der eindeutigen Zuordnung der Einzelqualitäten eines Stoffs jede Stütze in der Erfahrung verloren¹⁾.

Hiernach muß also die Vorstellung, daß *Einzelqualitäten* für das gesamte Verhalten eines Stoffs bestimmend seien, unter allen Umständen aufgegeben werden. Jedoch kann der Chemiker seinem logisch-anschaulichen Bedürfnis gleichwohl noch dadurch Genüge leisten, daß er auf den *Gesamtkomplex der Eigenschaften* sein Augenmerk richtet, um auf diese Weise zu Einheiten zu gelangen, die zwar nicht schon durch jedes singuläre Merkmal, stets aber deutlich bei Berücksichtigung der Summe der wichtigsten Eigenschaften von einander unterscheidbar sind. Diese Besinnung gestattet dem Chemiker auch heute noch, mit der Vorstellung vom „*Element*“ die von einem ganz bestimmten, nur dem ins Auge gefaßten Stoffe eigentümlichen Verhalten (= *Gesamtverhalten*) zu verbinden, wie er es bisher zu tun gewohnt war. Er braucht also gar nicht so umstürzlerisch zu sein, einer derart wesentlichen Konstanten wie dem Atomgewicht überhaupt jede Bedeutung für die Charakterisierung eines Stoffs abzusprechen. Er trägt den neuen Erkenntnissen vollauf Rechnung, wenn er nur verlangt, daß alles Stoffliche, welches unter den Begriff des gleichen Elements untergeordnet werden soll, in *jeder Beziehung* — gleiche äußere Umstände vorausgesetzt — übereinstimme, und er nicht schon aus dem Vergleich *einzelner Eigenschaften* auf die Identität des *Ganzen* schließt. Dann behält jede wesentliche Eigenschaft ihre Bedeutung für die Charakterisierung einer Substanz, freilich nicht für sich allein betrachtet, sondern bei gleichzeitiger Berücksichtigung auch der anderen Merkmale.

Von diesem Gesichtspunkte aus ergibt sich, daß der Chemiker sowohl Stoffe gleichen Atomgewichts, aber sonst verschiedener Qualität, als auch Stoffe, die bei sonst (im wesentlichen) gleichem qualitativen Verhalten verschiedene Atomgewichte zeigen, als *verschiedene Elemente* zu bezeichnen hat, wenn er eine ganz radikale Umgestaltung seiner bisherigen Elementvorstellung vermeiden, vielmehr diese den Ergebnissen der Neuzeit entsprechend weiterentwickeln will.

Zu dem gleichen Resultat gelangt man aber auch vom rein formalen Standpunkte aus, d. h. *auf Grund des Wortlauts der Boyleschen Definition*. Das hat K. Fajans unlängst in einer schönen und ausführlichen Abhandlung²⁾ über diesen Gegenstand einleuchtend dargelegt. Die Boylesche Definition stützt sich ganz und gar auf den Be-

griff der *Zerlegbarkeit*. Stoffe, die nicht weiter zerlegt werden können, sind Elemente; und wenn Stoffe noch in einfachere Bestandteile zerlegbar sind, darf man sie nicht als Elemente ansprechen. Fajans weist nun darauf hin, daß auch diejenigen Grundstoffe, welche bei sonst völlig gleichem Verhalten sich nur durch ihre Atomgewichte unterscheiden, *stets von einander getrennt werden können*. Nur muß man bei ihnen Methoden anwenden, die sich auf die Verschiedenheit der Masse gründen, zum Beispiel Diffusion im Gaszustande, Zentrifugieren oder elektromagnetische Analyse der Kanalstrahlen. Der Umstand, daß diese Methoden bis jetzt noch kaum benutzt sind, bildet kein Hindernis, sie in den Bereichen, wo sie sich als Trennungsmittel zweckmäßig erweisen, einzuführen. Auch bisher hat ja die Chemie sich in der Auswahl ihrer Trennungsvorgänge keineswegs beschränkt, sondern sie hat stets die gewählt, die für den gerade vorliegenden Zweck als die einfachsten und brauchbarsten erschienen. Gründete man auch die Trennung in der Regel auf die Schwerlöslichkeit bestimmter Verbindungen, so hat man doch bei den seltenen Erden, wo diese Methoden versagten, ohne Bedenken auch zu fraktionierten Kristallisationen gegriffen, bei den Edelgasen zur fraktionierten Verflüssigung und Destillation; und sogar das Verhalten bei der fraktionierten Diffusion ist bereits vor längerer Zeit als Kriterium für die Reinheit eines Elements (des Heliums) benutzt worden. Bislang ist es also niemandem in den Sinn gekommen, die Wahl der Zerlegungsmethoden irgendwie beschränken zu wollen. Der Boyleschen Definition liegt eine solche Beschränkung durchaus fern. Gerade in dem Umstande, daß sie es ermöglicht hat und weiterhin möglich macht, „die Zusammensetzung aller materiellen Gebilde auf eine relativ kleine Zahl von Bestandteilen, Elementen zurückzuführen“, lag und liegt ihr hoher Wert, nur hierdurch wird eine vollkommen *eindeutige* Analyse beliebiger Substanzen möglich gemacht¹⁾.

Die Tatsache jedoch, daß es Gruppen von Grundstoffen gibt, deren Glieder sich (außer vielleicht noch durch ihr radioaktives Verhalten, das den Chemiker als solchen weniger interessiert) nur durch ihre Atomgewichte (deutlich) unterscheiden, in allen Eigenschaften dagegen, die nicht von ihrer Masse abhängen (soweit es bis jetzt nachweisbar ist), übereinstimmen, läßt es für den Chemiker praktisch erscheinen, auf *den* Gebieten, in denen das Atomgewicht keine besondere Rolle spielt, von den nur dieses betreffenden Unterschieden der einzelnen Glieder abzusehen und im allgemeinen eine Substanz, die aus lauter solchen stofflichen Einheiten zusammengesetzt ist, welche sich außer durch ihre Massen in ihrem gesamten Verhalten in keiner Weise unterscheiden, — eine Substanz also, die in ihrem qualitativen Verhalten in jeder Beziehung einheitlich erscheint, auch *als einheitlich aufzufassen*. Unzweckmäßig und durch-

¹⁾ Aufrechterhalten ließe sie sich höchstens noch durch Berufung auf mit den heutigen Mitteln nicht wahrnehmbare Abweichungen in dem scheinbar gleichen Verhalten und in den Atomgewichten.

²⁾ Jahrbuch d. Radioakt. u. Elektronik XIV, 314 (1917), XV, 101 (1918). Vergl. auch Fajans u. Lembert, Zeitschr. f. anorg. Chemie 95, 329 (1916).

¹⁾ Fajans loc. cit. S. 322, 315 u. 316.

aus nicht im Sinne der Boyleschen Definition wäre es jedoch, eine solche Substanz als *Element* anzusprechen.

Zwar meint F. Paneth¹⁾, der diese letztere Bezeichnungsart verteidigt, daß sie bei den Chemikern bereits allgemein üblich sei; nur die Radiochemiker hätten sich an die andere Namensgebung gewöhnt, aber ihnen dürfe nicht auf Kosten der allgemeinen Chemie Rechnung getragen werden. — Es wird jedoch wohl nur *scheinbar* der Fall sein, daß die meisten Chemiker es vorziehen, qualitativ einheitlich reagierende Stoffgemische als Elemente zu bezeichnen. Für den Chemiker galt ja bisher eine qualitativ einheitliche Substanz stets auch als quantitativ einheitlich. Wenn er sich ein Element als Urform eines bestimmten Komplexes von Qualitäten (unter denen am hervorstechendsten für ihn die eigentlichen chemischen Reaktionen sind) vorstellte, so schloß er damit die quantitativen Beziehungen keineswegs aus. Auch für diese nahm er Identität bei den verschiedenen Atomen des gleichen Elementes an. Nachdem nun die genauere Untersuchung gezeigt hat, daß dem nicht so ist, konnte wohl leicht der eine oder andere Forscher dazu kommen, die neuen Erfahrungen dadurch möglichst eklatant zum Ausdruck zu bringen, daß er als ihr Ergebnis die Tatsache hinstellte, daß ein und dasselbe Element verschiedene Atomgewichte haben könne, jedoch nicht ohne das Bewußtsein, einen Ausspruch zu tun, der dem Gefühl des Chemikers durchaus widerstreitet²⁾. Richtiger im Sinne der bisherigen Auffassung vom Wesen des Elements, wiewohl gerade darum weniger auffällig, werden die neuen Resultate in der Weise dargestellt, daß man sagt: Es gibt chemische Elemente, die in ihrem qualitativen Verhalten vollständig miteinander übereinstimmen; diesen kommt jeweils auch die gleiche Moseleysche Ordnungszahl zu, sie sind deshalb im Periodischen System an der gleichen Stelle einzuordnen und werden darum als isotope Elemente oder kurz als Isotope³⁾ bezeichnet.

Daß es in vielen Fällen praktisch ist, qualitativ einheitlich reagierende Substanzen, auch wenn sie Gemische von Isotopen sind, als einheitlich aufzufassen, wurde schon oben gesagt. Selbstverständlich muß man dann auch die Möglichkeit haben, diese Einheiten gleichen qualitativen Verhaltens bequem zu bezeichnen. *Fajans* schlägt dafür den Ausdruck „*Elemententypen*“ vor. Vielleicht ist es noch besser, einfach von „*Stofftypen*“ zu reden, und zwar nicht nur wegen der größeren sprachlichen Handlichkeit dieses

Worts, sondern auch deshalb, weil es nicht, wie das von *Fajans* gewählte, eine Überordnung des Begriffs „Typus“ über den des Elements unter allen Umständen ausdrückt, die manchmal hinderlich erscheint. Man braucht (z. B. im Unterricht) nicht notwendig von dem Begriff des Elements auszugehen, um dann nachher die Elemente gruppenweise zu Typen zusammenzufassen, sondern man kann ebensowohl die Mannigfaltigkeit der gegebenen Dinge zunächst überhaupt nur auf Stofftypen zurückführen, die sich durch ihr qualitatives Verhalten deutlich von einander unterscheiden und daher im allgemeinen auch bequem von einander zu trennen sind. Bei beliebiger Gelegenheit kann man dann hervorheben, daß diese Stofftypen nicht immer schon die *letzten* Baumaterialien der Körperwelt darstellen, sondern daß man erst bei Berücksichtigung *aller* Unterscheidungsmöglichkeiten, insbesondere auch der Masse, zu den eigentlichen Urstoffen, den *chemischen Elementen* gelangt. Nach dem derzeitigen Stande unseres Wissens sind die meisten Stofftypen mit chemischen Elementen *identisch*; in einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Fällen kann jedoch eine als „stofftypisch“ erkannte Substanz eine Mischung verschiedener Elemente sein, die durch gleiches qualitatives Verhalten ausgezeichnet sind.

Wenn *Paneth* die Stoffe gleichen qualitativen, oder wie er auch sagt, gleichen „chemischen“ Verhaltens als *Elemente* bezeichnet, so kann er das nur unter Abänderung der Boyleschen Definition. Er schlägt dafür folgende Fassung vor: „*Ein Element ist ein Stoff, der durch kein chemisches Verfahren in einfachere zerlegt werden kann. Stoffe, die dieser Definition genügen, gelten als dasselbe Element, wenn sie einmal miteinander gemischt, durch kein chemisches Verfahren wieder getrennt werden können.*“ Der zweite Satz, der im ersten Augenblick wie eine überflüssige Wiederholung des ersten anmutet, ist ein notwendiger Bestandteil der Panethschen Definition, ohne den dieselbe nicht eindeutig wäre. Denn nach dem ersten Satz *allein* würde man durch beliebiges Mischen von Isotopen zu einer unbegrenzt großen Anzahl von chemischen Elementen und „zu einer völligen Entwertung des Elementbegriffs“⁴⁾ gelangen. Das liegt aber nicht an der Unzulänglichkeit der Boyleschen Definition, sondern an der Abänderung, die *Paneth* an ihr durch die Beschränkung auf „chemische“ Verfahren vornimmt. Abgesehen davon, daß es kaum möglich ist, eine allgemein gültige Grenze zwischen „chemischen“ und rein „physikalischen“ Vorgängen zu ziehen, und auch keine einzige chemische Trennung ohne physikalische (beispielsweise mechanische) Operationen ausführbar ist, erscheint auch deshalb die Beschränkung auf chemische Verfahren unstatthaft, weil die Unterschiede der Massen, wie sich theoretisch zeigen läßt, auch — wenngleich geringe — Differenzen

¹⁾ Zeitschr. f. Phys. Chemie, 91, 171 (1916).

²⁾ So bezeichnet O. Hönigschmid, der gleichfalls die Panethsche Ausdrucksweise anwendet, diese Anschauungen selbst als „revolutionierend“ (Zeitschr. f. Elektrochem. 22, 18 (1916)). Revolutionierend muten die neuartigen Ergebnisse jedoch nur an durch die dafür gewählte wenig zweckmäßige Ausdrucksweise.

³⁾ F. Soddy, Die Chemie der Radioelemente II, S. 13 (Leipzig, 1914).

⁴⁾ *Paneth* loc. cit. S. 182.

in den anderen Eigenschaften der Atome zeitigen müssen¹). Ob nicht diese bei weiterer Verfeinerung unserer Methoden uns auch noch zur „chemischen“ Trennung von verschiedenen Elementen gleichen Stofftyps führen werden, läßt sich noch gar nicht sagen. — Strebt man nach wissenschaftlicher Exaktheit, so wird man auch solche Möglichkeiten nicht völlig außer Acht lassen dürfen.

Der Begriff des *Chemischen Elements* ist von Boyle in vorbildlicher Weise naturwissenschaftlich exakt definiert und sollte es bleiben. Der Begriff des *Stofftyps* schließt sich dagegen mehr an die aristotelische Naturauffassung an²), nur daß er nicht einem metaphysischen, sondern einem praktischen Bedürfnis entsprungen ist, nämlich dem, für ein bestimmtes, zusammengehöriges Gebiet des Verhaltens *Typen* zugrunde zu legen. Es ist schon oben gesagt worden, daß die heutigen Chemiker in ihrer Vorstellung vom Wesen des Elements die Sachlichkeit und Schärfe des rein experimentell abgeleiteten Begriffs mit der Anschaulichkeit des philosophisch erschlossenen, der auf die typischen Merkmale sich stützt, zu verbinden bestrebt waren. Diese Möglichkeit gewährt ihnen die unveränderte Boylesche Definition auch heute noch; denn unbeschadet der „Stofftypen“ ermöglicht sie es bei noch feinerer Unterscheidung die chemischen Elemente als *Urtypen* aufzustellen. Ein Element läßt sich unter *diesem* Gesichtspunkte als *letzte stoffliche Einheit für einen unveränderlichen Komplex von Eigenschaften* beschreiben. Die *einzelnen* Eigenschaften sind *nicht* typisch für das Element. Verschiedene Elemente können einen Teil der Eigenschaften mit einander gemein haben, einen andern dagegen nicht. Verschiedene Elemente können gleiches Atomgewicht haben, sich aber qualitativ ganz verschieden verhalten; sie können jedoch auch bei gleichem qualitativen Verhalten von verschiedenem Atomgewicht sein.

Ob es doch vielleicht Eigenschaften gibt, die durch ihre Differenzen immer auch die Verschiedenheit aller anderen Eigenschaften bedingen, vermag erst die Experimentalforschung der Zukunft zu entscheiden. Jedenfalls ist es bei dem heutigen Stande unseres Wissens unzulässig, von vornherein die Möglichkeit auszuschließen, daß Atome, von denen das eine durch Aussendung von β -Strahlen aus dem anderen entsteht, nicht doch etwas verschiedene Masse haben; denn durch das Entweichen eines Elektrons aus dem Atomverbande muß entsprechend der großen hierbei umgesetzten Energiemenge eine weitgehende Umlagerung des inneren Kraftfeldes und eine entsprechende Umgruppierung der Elektronen des Atomrestes veranlaßt werden, die sehr wohl auch

auf dessen Masse von Einfluß sein kann¹). Liegt die so bewirkte Veränderung der Masse im Bereich der Meßbarkeit, so könnte das Atomgewicht am Ende doch noch einmal wieder als typisches Charakteristikum des chemischen Elements zu Ehren kommen.

Solche Erfahrungen, wenn sie jemals gemacht werden sollten, würden unsere oben beschriebene Elementvorstellung lediglich nach ihrer inhaltlichen Seite stetig weiterentwickeln, die Boylesche Definition jedoch und die aus ihr im vorstehenden gezogenen Konsequenzen völlig unangestastet lassen.

Kommen wir hiermit zu dem Ergebnis, daß die klassische Elementdefinition *Boyles* auch heute noch in unveränderter Form aufrechtzuerhalten ist, so glaubt hingegen *Fajans* sie korrigieren zu müssen. Er will sie durch den folgenden Satz ersetzen: „*Ein Element ist ein Stoff, der durch kein physikalisches oder chemisches Mittel in einfachere Bestandteile zerlegt wurde und auch nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist.*“ Man darf nach *Fajans* „in der Elementdefinition nicht behaupten, daß ein Element durch kein bekanntes Mittel zerlegt werden kann, sondern nur, daß es durch kein Mittel zerlegt wurde“. Diese mit allen Denkgewohnheiten des Chemikers aufs schärfste in Widerspruch tretende und allein durch die Berufung auf *W. Ostwald* nicht genügend gerechtfertigte Aufstellung *Fajans* könnte als Ausfluß eines extremen Positivismus anmuten, wie er in dieser Form eigentlich nur in bestimmten Kreisen französischer Theoretiker so recht heimisch ist; aber anscheinend ist *Fajans* zu ihr weniger von philosophischen Spekulationen ausgehend gelangt, als in dem Bestreben, eine praktische Schwierigkeit aus dem Wege zu räumen, die seiner Ansicht nach die Boylesche Elementdefinition bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens mit sich bringt. Es sind nämlich bisher noch nicht sämtliche bekannten Zerlegungsmethoden auf die üblicherweise als Elemente bezeichneten Stoffe angewandt worden. Wir dürfen deshalb die Möglichkeit nicht von vornherein ausschließen, daß eine mehr oder weniger große Zahl davon sich später als Isotopengemische erweisen wird. — Das ist zweifellos richtig. Aber ich sehe nicht ein, inwiefern die Annahme, daß ein Teil der heute noch für elementar gehaltenen Substanzen sich später einmal doch noch als zusammengesetzt herausstellen könnte, unseren Elementbegriff in seiner Anwendbarkeit beeinträchtigen müßte. Auch früher sind doch bereits in vielen Fällen Zweifel an der elementaren Natur von anfangs für einfach gehaltenen Substanzen aufgetaucht. Diese haben gerade dazu geführt, daß der Chemiker sich nicht auf einige wenige Methoden der Zerlegung beschränkte, sondern möglichst alle ihm zur Verfügung stehenden Mittel anzuwenden

¹) *Fajans* loc. cit. S. 330, 331, 337 u. 338.

²) Vergl. *W. Herz*, Grundzüge der Geschichte der Chemie (Stuttgart, 1916) S. 9: „Die Alten haben wohl mit den Ausdrücken Feuer, Wasser, Luft, Erde weniger die stoffliche Erde, das stoffliche Wasser usw. ausdrücken wollen, als ihre typischen Eigenschaften.“

¹) Vergl. hierzu *J. Stark*, Prinzipien der Atomdynamik I, S. 71 (Leipzig, 1910).

suchte, um sich von der Reinheit eines Elements zu überzeugen. Auch haben gerade sie wichtige Entdeckungen veranlaßt. Zweifel an der elementaren Natur des atmosphärischen Stickstoffs führten zur Auffindung des Argons. Ebenso bietet die Entdeckung der anderen Edelgase, die Geschichte der Reinigung der seltenen Erden, wie auch schon die Geschichte der früheren Chemie zahlreiche Belege dafür, daß die Auffassung des Elements streng im Boyleschen Sinne ebenso wenig daran gehindert hat, *praktisch* Stoffe, deren Zerlegbarkeit derzeit noch nicht bekannt war, als Elemente anzusehen, wie sie jederzeit es freistellte, *theoretisch* an der elementaren Natur eines Stoffes zu zweifeln, an dem noch nicht alle bekannten Zerlegungsmöglichkeiten versucht waren.

Ein Zweifel an der Lückenlosigkeit des bisher Erreichten muß stets gestattet sein, damit überhaupt ein Fortschritt in der Wissenschaft möglich bleibt — das gilt nicht nur für die Chemie —. Ist aber der Chemiker gleich durch seine Definition gezwungen, jeden Stoff, der bis heute noch nicht zerlegt wurde, nicht nur praktisch, sondern auch in seinen wissenschaftlichen Erwägungen als Element zu betrachten, so hat er hinfort keinen Anlaß mehr, sich um weitere Zerlegung irgend einer bis jetzt noch nicht aufgespaltenen Substanz zu bemühen, da diese bereits durch die Tatsache, daß sie noch nicht aufgespalten wurde, als Element statuiert ist, selbst wenn sie, in den geheimnisvollsten Tiefen der Erde ruhend, noch gar nicht in die Hände des Analytikers gelangt sein sollte. Verlangt man von einem Element nichts weiter, als daß es ein Stoff sei, der noch nicht zerlegt wurde und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist, so wird die Entdeckung noch einiger neuer Elemente nicht besonders schwierig sein — freilich die wissenschaftliche Einsicht in die Natur auch wenig fördern; denn die uns noch fehlenden 5 Stofftypen, deren Dasein das Periodische System im Verein mit den Schlüssen aus den charakteristischen Röntgenspektren erwarten läßt und deren Entdeckung die schönste Krönung dieses Gebiets der Chemie bilden würde, werden auf die Art sicher *niemals* gefunden werden. Gerade der latent stets vorhandene Zweifel an der elementaren Natur besonders noch wenig untersuchter Stoffe, der in Aktion tritt, sobald nur irgend ein Merkmal, beispielsweise eine charakteristische Eigentümlichkeit des Spektrums, ihm eine Handhabe bietet, ermöglicht es uns, auch jetzt noch neue Entdeckungen von Elementen nicht für ausgeschlossen zu halten. Nach der Definition von *Fajans* müßte ein Forscher, seine Zerlegungskunst zu versuchen, nicht der Zweifel fangen: Ist dieser Stoff wirklich ein Element, sondern die Frage: wird dieser Stoff, wenn du ihn recht bearbeitest, wohl trotzdem ein Element *bleiben*? Der Forscher müßte also an sein Werk mit der ausdrücklichen Absicht herangehen, ein Element zu zerstören. Man wird wohl nicht annehmen wollen, daß auch nur ein einziger von

den Entdeckern der Elemente nach *Boyle* sich in solchen Gedankengängen bewegt hat.

Es ist interessant, zu welchen Konflikten die von *Fajans* vorgenommene erkenntnistheoretische Beschränkung der Boyleschen Definition gerade in ihrer Anwendung auf das Isotopenproblem führt, um das sich doch die ganze Diskussion über den Elementbegriff bewegt. Obgleich wir mit Bestimmtheit sagen können, daß jedes Isotopengemisch zerlegt werden kann, da wir Methoden kennen, die richtig angewandt, dies Ziel erreichbar machen müssen: wären wir, wenn ein Element ein Stoff ist, der noch durch kein Mittel zerlegt wurde, heute trotzdem gezwungen, jedes beliebige Isotopengemisch als besonderes Element anzusprechen, da bis jetzt eine Zerlegung von Isotopen noch fast in keinem Falle¹⁾ gelungen ist (weil man es nämlich mit den geeigneten Methoden noch nicht versucht hat). Wir könnten dann durch Mischen von Elementen gleichen Stofftyps beliebig viele neue Elemente herstellen und kämen dadurch allerdings zu einer „völligen Entwertung des Elementbegriffs“. Diese Schwierigkeit sucht nun *Fajans* zu überwinden durch den Zusatz: „und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist“. Dadurch gerät er aber von der Scylla in die Charybdis. Denn er gibt durch diesen Zusatz die *analytische Zerlegung als entscheidende Prüfungsmethode* preis, obgleich er an früherer Stelle selbst betont, „daß der Elementbegriff seinem Zweck deshalb so vortrefflich entsprochen hat, weil das Element die Grenze der analytischen Kunst des Chemikers bildete in bezug sowohl auf die Zerlegungsmöglichkeit als auch auf die Unterscheidungsmöglichkeit“. Der Satz, daß ein Element ein Stoff sei, der nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt ist, würde die Kompetenz im Urteil über die Reinheit eines Elements vom Chemiker in die Hände des Physikers hinüberspielen. Denn wie *Fajans* ausdrücklich radioaktive Methoden zur Erkennung der Gemischnatur gestattet, so müssen nach dem Wortlaut seiner Definition auch alle anderen physikalischen Methoden erlaubt sein, insbesondere auch spektrographische. So sehr nun auch der moderne Chemiker diese als Hilfsmittel bei seinen Arbeiten zu schätzen weiß, so wird er doch immer die Möglichkeit der Zerlegung als entscheidendes Kriterium für die Gemischnatur eines Stoffes betrachten und sich nicht gerne auf die Dauer bei derartig fundamentalen Nachweisen mit indirekten Methoden begnügen wollen²⁾.

¹⁾ Eine Ausnahme bildet vielleicht der Neontyp. Vergl. *Soddy*, Chemie der Radioelemente II, S. 64 (Leipzig, 1914).

²⁾ Hiermit soll natürlich nicht abgeleugnet werden, daß in vereinzelt Fällen, wie bei den ganz kurzlebigen radioaktiven Substanzen, der Chemiker sich veranlaßt sehen kann, sich *praktisch* an die Ergebnisse der physikalischen Meßmethoden zu halten; aber eben aus dem Grunde, weil hier *seine* Methoden versagen, sieht er das Gebiet der kurzlebigen Radioelemente auch nicht mehr als zu seinem Bezirk gehörig an.

Die von *Fajans* vorgeschlagene Definition hat, wie er selbst zugibt, auch noch die unbefriedigende Eigentümlichkeit, daß sie „einerseits einheitliche Elemente (wie die Radioelemente), andererseits Stoffe umfaßt (wie die meisten gewöhnlichen Elemente), von denen wir nicht wissen, ob sie einheitlich sind oder Gemische von Isotopen vorstellen“. *Fajans* meint jedoch, daß dies dem unbefriedigenden Zustande unserer Kenntnisse entspräche¹⁾. Dazu sei mir nur die Frage gestattet: Spiegelt denn etwa die alte Boylesche Definition den damals doch noch viel unbefriedigenderen Zustand der Kenntnisse wieder? — Nicht *später* einmal sollen wir zu der alten Fassung der Boyleschen Definition zurückkehren, wie *Fajans* vorschlägt, sondern wir haben im Interesse der Klarheit und des Fortschritts in unserer Wissenschaft allen Grund, auch gegenwärtig ihre klassische Form unangetastet beizubehalten.

Das vernünftige Denken ist praktisch stets berechtigt, aus der Tatsache, daß an einem Stoff alle in Betracht kommenden Zerlegungsmethoden stets ohne Ergebnis versucht wurden, auch den Schluß zu ziehen, daß er mit diesen Methoden tatsächlich nicht zerlegt werden konnte und kann. Die Boylesche Definition ist deshalb auch erkenntnistheoretisch unanfechtbar. Dem Umstand, daß auf die meisten unserer Stofftypen eine Reihe von Trennungsvorgängen, deren Ergebnisse noch nicht vorausgesehen werden können, noch nicht angewandt worden ist, wird dadurch Rechnung getragen, daß wir freimütig gestehen: Von den meisten Stofftypen ist zurzeit noch nicht mit voller Sicherheit bekannt, ob sie elementarer Natur sind. Durch die *Fajanssche* Fassung der Elementdefinition wird diese wissenschaftlich doch gewiß recht interessante Tatsache verschleiert statt aufgedeckt. Glaubt *Fajans* hierdurch die aus seinen sonst so folgerichtigen Entwicklungen über den Elementbegriff gezogenen Schlüsse für die Praxis annehmbarer zu machen, so ist im Gegenteil zu befürchten, daß bei dem Widerspruch, der sich notwendigerweise aus den Reihen der Chemiker gegen seine erkenntnistheoretisch bedenkliche Umformung der Boyleschen Definition erheben muß, auch seine übrigen Folgerungen nicht die ihnen gebührende Beachtung finden werden.

Wir kommen so zu folgendem

Ergebnis:

Die Boylesche Definition: *Ein chemisches Element ist ein Stoff, der nicht weiter zerlegt werden kann*, wird dem heutigen Stande unseres Wissens noch vollkommen gerecht; auch erkenntnistheoretisch ist sie unanfechtbar.

Eine Beschränkung ihres Umfangs ist unangebracht, da eine solche materiell nicht zu rechtfertigen ist und ideell mit der geschichtlich gewordenen Vorstellung vom Wesen des chemischen Elements in unvereinbarem Gegensatz tritt.

Den neugemachten Erfahrungen wird Rechnung

getragen durch Einführung des Begriffs der „Stofftypen“.

Die *Stofftypen* sind die letzten Einheiten qualitativen Verhaltens, auf die sich die Stoffe durch Zerlegung zurückführen lassen. Dabei wird unter „qualitativem Verhalten“ das gesamte auch im atomaren Bereich konstante¹⁾ Verhalten verstanden, soweit es nicht durch die Masse (merklich) beeinflußt wird.

Allein auf Grund des Begriffs der *Zerlegung* lassen sich die *Stofftypen* nicht definieren, da die letzten Einheiten qualitativen Verhaltens in vielen Fällen noch weiter zerlegt werden können.

Die letzten Bestandteile, zu denen die *Zerlegung* führt, sind die *chemischen Elemente*.

In praxi dürfen wir *gut bekannte* Stoffe, die bisher noch nicht weiter zerlegt sind, als Elemente bezeichnen; wir haben jedoch zu beachten, daß theoretisch an der elementaren Natur der meisten Grundstoffe noch Zweifel erlaubt sind, da für die Unmöglichkeit, sie mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln weiter zu zergliedern, noch keine Beweise vorliegen.

Die Stofftypen haben, soweit sie nicht mit chemischen Elementen identisch sind, kein definierbares Atomgewicht. Ihre charakteristischste Konstante ist die Moseleysche Ordnungszahl; auf Grund derselben lassen sie sich zu dem „*Periodischen System der Stofftypen*“ ordnen.

Gemische von Elementen gleichen Stofftyps (Isotopengemische) haben definierbare Verbindungsgewichte²⁾, da sie bei den meisten Reaktionen unverändert bleiben. Es empfiehlt sich, diese Gemische (im Anschluß an *Fajans*) als chemische Stoffarten zu bezeichnen.

Mutationsartige Umwandlung von Kristallen.

Von Prof. Dr. A. Johnsen, Kiel.

I.

Die Bezeichnung der zu beschreibenden Kristallumwandlungen als „*mutationsartig*“ soll eine Anregung für Biologen bedeuten. Ist es doch zweckmäßig und beliebt, bei der Untersuchung komplizierter Erscheinungen diese mit einfacheren zu vergleichen. Nun sind aber die Vorgänge des Lebens verwickelter als diejenigen der leblosen Materie, und wie man die Lebensbetätigungen einer Amöbe mit der Wirkung von Kapillarkräften in Emulsionen verglichen hat, so mag ein Vergleich zwischen Organismenmutation und der jetzt zu schildernden Kristallmutation für Biologen heuristisch nützlich sein. Am Schluß werden wir auf diesen halben Parallelismus, der etwa demjenigen zwischen einer Geraden und einer ihr entlang ziehenden Wellenlinie gleicht, zurückkommen.

¹⁾ Dieser Zusatz schließt die radioaktiven Eigenschaften aus.

²⁾ Von ihren Atomgewichten zu reden, ist nur in dem beschränkten Sinne gestattet, in dem man auch von einem „Molekulargewicht“ der Luft spricht.

¹⁾ Loc. cit. S. 345 u. 346.

II.

Die plötzliche Umwandlung einer Kristallart in eine andre wurde im Jahre 1823 von dem Chemiker und Kristallographen *Eilhard Mitscherlich* am Schwefel entdeckt; beim Überschreiten von $+95\frac{1}{2}^{\circ}$ C. geht der gewöhnliche „ α -Schwefel“ in „ β -Schwefel“ über, und dieser verwandelt sich in jenen, wenn die Temperatur unter jenen Betrag sinkt. Oberhalb dieser *Umwandlungstemperatur* ist die β -Kristallart beständig, unterhalb ist die α -Kristallart stabil und bei der Umwandlungstemperatur sind beide Arten mit einander im Gleichgewicht wie Wasser und Eis bei der Schmelztemperatur des Eises.

Seit *Mitscherlich's* Entdeckung sind viele Dutzende solcher Fälle beobachtet und genauer untersucht worden. Zuweilen existieren sogar mehr als nur zwei Kristallarten einer Substanz, so daß sich bei einer Temperatur die α -Art in eine β -Art und diese bei einer anderen Temperatur in eine γ -Art umwandelt usw. So liefert z. B. das Wasser nach *G. Tammann* eine große Anzahl von Eisarten, also außer dem gewöhnlichen α -Eis noch ein β -Eis, γ -Eis usw.

Stets ergab sich trotz prozentual gleicher chemischer Zusammensetzung von α -, β -, γ -... Art eine quantitative Verschiedenheit aller physikalischen Qualitäten.

In einem Fall tritt diese, im andern jene physikalische Veränderung stärker hervor. So geht rotes α -Quecksilberjodid oberhalb $+126^{\circ}$ C. in eine gelbe β -Kristallart über (*Mitscherlich*), gelbes α -Silberjodid oberhalb $+145^{\circ}$ in eine feuerrote β -Art: Borazit, ein borhaltiges Mineral, verwandelt sich oberhalb $+265^{\circ}$ unter starker Zusammenziehung in eine β -Art (wie etwa Eis unter Kontraktion schmilzt); *Schmiedeeisen* geht oberhalb $+765^{\circ}$ unter fast völligem Verlust seines starken Paramagnetismus in ein β -Eisen über. Die Schmelze von *Paraazoxyanisol*, einer organischen Verbindung, kristallisiert unterhalb $+134^{\circ}$ unter eigentümlichem Wallen zu doppelt brechenden Tropfen einer sogenannten *flüssigen Kristallart* (*O. Lehmann*), und diese Tropfen wandeln sich unterhalb $+117^{\circ}$ in radialstrahlige Aggregate fester Kristallnadeln um; beim Abkühlen einer Schmelze von *Ammoniumnitrat* sieht man zunächst Kristallisation und dann nach einander mehrere Kristallumwandlungen eintreten, die sich zwischen gekreuzten Nicols durch plötzliche Veränderung der Interferenzfarben verraten.

Bei jeder Umwandlung wird Wärme entweder verbraucht oder geliefert; so wird beim Übergang von 1 Gramm des roten β -Jodsilbers in gelbes α -Jodsilber unterhalb $+145^{\circ}$ C. eine Wärmemenge frei, die 1 Kubikzentimeter Wasser um mehr als 6° C. erwärmen würde.

Auch die *Kristallformen* der verschiedenen Kristallarten einer Substanz sind im allgemeinen völlig von einander verschieden. Daher hat man die durch mehrere Kristallarten ausgezeichneten

Substanzen als *polymorph* und diese Erscheinung als *Polymorphie* bezeichnet.

III.

Oft stehen die Gestalten der α - und der β -Kristalle in deutlicher *morphologischer Beziehung* zu einander. In diesen Fällen bedeutet dann die Bildung der β -Art meist ein Entstehen höherer Symmetrie; hierbei sind zwei Typen zu unterscheiden. Entweder es tritt durch eigentümliche Umlagerung und Verschiebung von Atomkomplexen der α -Art eine vielfache innige *Zwillingsbildung* ein, die zur β -Art scheinbar kontinuierlich hinüberführt (Beispiele: Borazit, Leuzit, Ceriumsilikowolframat, Natriumnickeltriuranlyazetat-Enneahydrat und andere). Oder es vollzieht sich unter sehr geringen physikalischen und morphologischen Änderungen ohne sichtbare Zwillingsbildung der Übergang in die auch symmetrisch nur wenig abweichende β -Art (Beispiele: α - und β -Salmiak, α - und β -Quarz, α - und β -Kalkspat). Ist dagegen jene morphologische Verwandtschaft nicht vorhanden, dann liefert jeder α -Kristall ein seinen Konturen eingelagertes Aggregat von unregelmäßig orientierten β -Kristallen — eine sogenannte *Pseudomorphose* (*Paramorphose*); dementsprechend geht auch bei Abkühlung unter $95\frac{1}{2}^{\circ}$ jedes Kristallindividuum von β -Schwefel in ein regelloses Aggregat von Individuen des α -Schwefels über, welches die Symmetrie des vergangenen β -Kristalles vortäuscht.

IV.

Die *Umwandlungstemperaturen* ermittelt man dadurch, daß man unter langsamer *stetiger* Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr die Temperatur eines Kristallpulvers fortgesetzt mißt, bis bei der Umwandlungstemperatur an Stelle der *stetigen* physikalischen Änderungen eine *unstetige* Änderung sich bemerkbar macht. So bestimmt man einen Wechsel der Lichtbrechung oder der Farbe mit dem Mikroskop, eine Wärmeabgabe oder -Aufnahme mit dem Thermometer, eine Volumenänderung mit dem Dilatometer. Die Umwandlungstemperatur des *Zinns* kann dilatometrisch daran erkannt werden, daß sich unterhalb $+20^{\circ}$ C. das gewöhnliche Zinn plötzlich um $3\frac{1}{2}$ Volumenprozent ausdehnt und in β -Zinn übergeht. *E. Cohen* und *C. van Eyk* bestimmten diese Umwandlungstemperatur auf folgendem anderen Wege. Sie konstruierten aus beiden Zinnarten und einer Zinnsalzlösung ein galvanisches Element und maßen dessen elektrische Spannung bei verschiedenen Temperaturen von -15° C. aufwärts; bei $+20^{\circ}$ C. wurde die Spannung plötzlich Null. Zwei Kristallarten besitzen nämlich bei ihrer Umwandlungstemperatur, und nur bei dieser, das gleiche Potential, gleiche Dampfspannung und gleiche Löslichkeit, kurz, die gleiche Menge „*freier Energie*“, während ihre „*Gesamtenergien*“ sich um einen Betrag unterscheiden, welcher der Umwandlungswärme äquivalent ist. Während z. B. α -Schwefel und β -Schwefel bei $+95\frac{1}{2}^{\circ}$ C. die

gleiche Löslichkeit besitzen, lösen sich bei $+25^{\circ}\text{C}$. in 100 g Benzol 1,86 g stabilen α -Schwefels, dagegen 1,87 g instabilen β -Schwefels. Es läßt sich zeigen, daß stets die unter den Versuchsbedingungen stabile Kristallart eine kleinere Löslichkeit besitzt als die instabile Art, weil sich nämlich bei umgekehrtem Verhalten aus beiden Kristallarten und einem Lösungsmittel eine Art Perpetuum mobile konstruieren ließe, also eine Vorrichtung, die dem heutigen Physiker fast ebenso unmöglich erscheint, wie dem Mathematiker die Konstruktion eines Würfels, dessen Inhalt gleich der Summe der Volumina zweier anderer Würfel ist.

Mit der Verschiedenheit der Löslichkeiten hängt die Differenz der Dampfdrucke sowie die Existenz zweier Schmelzpunkte zusammen; α -Schwefel schmilzt bei $+113\frac{1}{2}^{\circ}$, β -Schwefel bei $+119\frac{1}{2}^{\circ}$.

V.

Wie die Schmelztemperatur sich mit dem Außendruck ändert, so auch die ihr überhaupt analoge Umwandlungstemperatur. Sollen demnach bei irgendeinem Druck zwei Kristallarten einer Substanz im Gleichgewicht mit einander sein, so muß man eine bestimmte Temperatur herstellen. Folgende von R. Clausius für die Vorgänge der Verdampfung und der Kondensation entwickelte Formel gilt auch für die Kristallumwandlungen:

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T(V_{\beta} - V_{\alpha})}{E};$$

hierin bedeuten T die absolute Umwandlungstemperatur, P den Druck in Dynen pro Quadratcentimeter, V_{β} und V_{α} die Volumina von einem Gramm der β - und der α -Kristallart in Kubikcentimetern (bei der Umwandlungstemperatur) und E die Anzahl von Erg, die derjenigen Wärmemenge äquivalent ist, welche beim Übergang der α -Art in die β -Art verbraucht wird. Die Formel zeigt, daß bei positivem E die Umwandlungstemperatur mit wachsendem Drucke steigt oder fällt, je nachdem V_{β} größer oder kleiner als V_{α} ist. Diese Folgerung aus der Formel können wir z. B. am Schwefel und am Jodsilber prüfen. Bei

Schwefel ist $V_{\alpha} = \frac{1}{2,0}$ und $V_{\beta} = \frac{1}{1,9}$, also $V_{\beta} > V_{\alpha}$;

beim Jodsilber dagegen ist $V_{\alpha} = \frac{1}{5,67}$ und $V_{\beta} = \frac{1}{5,77}$,

also $V_{\beta} < V_{\alpha}$. Dementsprechend steigt nach Messungen von G. Tammann die Umwandlungstemperatur von Schwefel, wenn wir den Atmosphärendruck durch einen Druck von 123 kg/cm² ersetzen, von $95\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. auf $+100^{\circ}\text{C}$. und bei einem Druck von 1350 kg/cm² auf $+150^{\circ}\text{C}$.; beim Jodsilber fällt die Umwandlungstemperatur bei einem Druck von 624 kg/cm² von $+145^{\circ}\text{C}$. auf $+135^{\circ}\text{C}$. und bei 3000 kg/cm² auf $+100^{\circ}\text{C}$. — Existieren drei Kristallarten, so können dieselben nur unter einer einzigen Bedingung mit einander im Gleichgewicht sein; das folgt aus einem allgemeineren Gesetz, welches W. Gibbs, der bedeutendste von den Vereinigten Staaten hervorgebrachte Natur-

forscher, 1876 abgeleitet hat. So existieren z. B. drei gewisse Kristallarten des Ammoniumnitrates nebeneinander nur bei einer Temperatur von $+64,2^{\circ}\text{C}$. und einem Druck von 930 kg/cm². Analog sind α -Schwefel, β -Schwefel und ihre Schmelze zu dritt im Gleichgewicht bei $+152^{\circ}\text{C}$. und 1400 kg/cm².

VI.

Wie sich Wasser auf -10° abkühlen läßt, ohne sogleich zu gefrieren, so treten auch oft Verzögerungen der Kristallumwandlung in Gestalt von „Unterkühlungen“ auf; da die innere Reibung von Kristallen größer zu sein pflegt als diejenige von Schmelzen, so umfaßt häufig ihre Unterkühlung viel größere Temperaturbereiche und viel größere Zeiträume. Beispielsweise wandelt sich das gewöhnliche α -Zinn, obwohl die Umwandlungstemperatur bei $+20^{\circ}$ liegt, meist nur in sehr kalten Wintern in die graue β -Art um und erst bei -48° , also bei einer Unterkühlung um 68° , erreicht die Umwandlungsgeschwindigkeit ein Maximum, um bei noch tieferen Temperaturen nach Art der chemischen Reaktionen abzunehmen. Darauf ist es zurückzuführen, daß die zinnernen Orgelpfeifen verhältnismäßig selten von der gefürchteten „Zinnpest“, die sie in Pulver von β -Zinn verwandelt, befallen werden; ein Fall ist bekannt, wo in einem russischen Militärmagazin zinnerne Uniformknöpfe in grauen Staub übergegangen waren — ein Vorfall, der zunächst auf eine Unregelmäßigkeit der Verwaltung zurückgeführt wurde.

Nach D. Gernez läßt sich auch der β -Schwefel außerordentlich weit unter die Umwandlungstemperatur, also unter $95\frac{1}{2}^{\circ}$, unterkühlen, ohne sogleich in die α -Art überzugehen. Erst bei $+50^{\circ}$, entsprechend einer Unterkühlung um $45\frac{1}{2}^{\circ}$, erreicht die Umwandlungsgeschwindigkeit ihr Maximum, um bei noch tieferen Temperaturen wieder abzufallen und bei etwa -30° praktisch gleich Null zu werden.

Mit diesen Verzögerungserscheinungen hängt es zusammen, daß man unterhalb der Umwandlungstemperatur aus Dämpfen, Schmelzen und Lösungen durch Hineinbringen eines β -Kristalles öfters die Bildung der instabilen β -Art zu erzwingen vermag; so liefert nach D. Gernez der im Vakuum unterhalb $+126^{\circ}$ erzeugte Dampf von Quecksilberjodid durch „Impfen“ mit roten α -Kristallen die α -Art, ebenso aber durch Impfen mit gelben β -Kristallen die β -Art jener Verbindung; ähnlich erhält man aus einer unter $+95\frac{1}{2}^{\circ}$ unterkühlten Schmelze von Schwefel je nach der Art des hineingebrachten Kristalles entweder α - oder β -Schwefel.

VII.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Fällen, wo jede von zwei Kristallarten ihre besonderen Stabilitätsbedingungen besitzt, kennt man mehrere Paare von Kristallarten, deren eine entweder unter allen Bedingungen oder doch unter Atmo-

sphärendruck bei allen Temperaturen beständiger ist als die andre. So dürfte von den Kristallarten des Kalziumkarbonats der Kalkspat wenigstens unter gewissen Drucken bei allen Temperaturen beständiger sein als Aragonit und Vaterit. Für die beiden Kristallarten des Kohlenstoffs konnte H. E. Boeke aus dem sogenannten Nernst'schen Wärmetheorem den Schluß ziehen, daß jedenfalls unter gewöhnlichem Druck der Graphit bei allen Temperaturen beständiger ist als Diamant. Falls trotzdem die instabile Art bei Atmosphärendruck zu entstehen vermag, dann entspricht das der W. Ostwald'schen „Stufenregel“, nach der beim Verschwinden eines Zustandes zunächst nicht der stabilste Zustand, sondern ein stabilerer und erst später der stabilste eintritt. Die mit diesem Umwege verbundene Verzögerung kann nach Sekunden, aber auch nach Jahrtausenden zählen. Wärmezufuhr beschleunigt dann diese Zustandsänderungen oder Umwandlungen; so geht mit merklicher Geschwindigkeit der instabile Aragonit bei etwa $+400^\circ$ in Kalkspat über, der instabile Diamant bei etwa $+3000^\circ$ in Graphit. Diese Temperaturen sind also keine Umwandlungstemperaturen! Sie sind nur Repräsentanten eines Temperaturbereiches, in welchem infolge erhöhter Wärmebewegung die Umwandlungsgeschwindigkeit zu merklicher Größe ansteigt, während sie bei tieferen Temperaturen praktisch, nicht aber wirklich gleich Null ist. Solche Umwandlungen sind „monotrop“ statt „enantiotrop“, d. h. irreversibel statt reversibel.

Die bei Temperaturerhöhung aus der instabilen Kristallart entstandene stabile verwandelt sich naturgemäß bei sinkender Temperatur nicht in jene zurück. Dieses Verhalten beruht auf folgendem: Die Dampfspannungskurven α und β der beiden Kristallarten werden von der Dampfspannungskurve σ der Schmelze in zwei Punkten geschnitten, welche zwei niedrigere Temperaturen t_α und t_β darstellen, als die Temperatur t_u des Schnittpunktes von α und β (W. Ostwald). Bei einer Änderung des Außendruckes aber verschieben und deformieren sich bekanntlich die Dampfspannungskurven α , β , σ . Daher besteht die Möglichkeit, daß bei gewissen Außendrucke t_α und t_β größer werden als t_u ; in solchen Fällen läßt sich offenbar t_u und somit eine umkehrbare Umwandlung realisieren. Bleiben aber bei allen Drucken die Temperaturen t_α und t_β kleiner als t_u , dann ist eine der beiden Kristallarten absolut instabil, d. h. unter allen Bedingungen unbeständig.

Schließlich ist es noch denkbar, daß bei gewissen Außendrucke die Kurven α und β von der Kurve σ in je zwei Punkten derart geschnitten werden, daß t_α und $t_\beta < t_u$, aber t'_α und $t'_\beta > t_u$ sind. Dann erfolgt bei andauernder Wärmezufuhr zunächst Umwandlung der instabilen β -Art in die stabile α -Art, hierauf Schmelzen der α -Art und endlich Kristallisieren der nun stabil werdenden β -Art aus der instabil werdenden Schmelze (G. Tammann).

VIII.

Das von M. v. Laue 1912 entdeckte Verfahren der Kristallröntgenometrie gestattet die Anordnung der Atome in Kristallen festzustellen. Nachdem mit dieser Methode W. H. Bragg und W. L. Bragg (1914) die Struktur der Diamantkristalle und P. Debye und P. Scherrer (1917) diejenige der Graphitkristalle ermittelt haben, wissen wir, daß die verschiedenen Kristallarten einer chemischen Substanz verschiedene kristalline Aggregatzustände derselben bedeuten. Ebenso hat L. Vegard (1917) festgestellt, daß sich Rutil und Anatas, zwei Kristallarten des Titandioxyds, durch ihre Atomanordnung in bestimmter Weise unterscheiden.

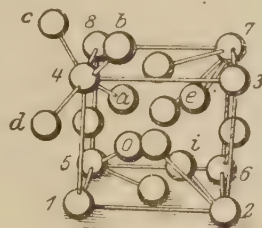


Fig. 1. Modell der Struktur des Diamant (Kohlenstoff, regulär). Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

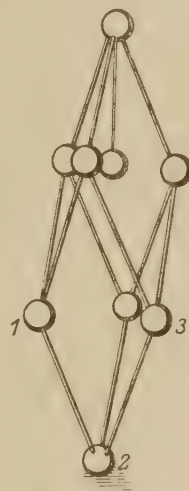


Fig. 2. Modell der Struktur des Graphit (Kohlenstoff, rhomboedrisch). Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

Die Fig. 1 zeigt ein aus Korkkugeln und Stricknadeln angefertigtes Modell der Atomanordnung oder „Struktur“ des Diamanten. Jede Kugel repräsentiert ein Kohlenstoffatom; die wirklichen Atomabstände sind in dieser Figur (ebenso wie in den drei folgenden) 50millionenfach vergrößert. Die Distanz der Atome Nr. 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 usw. beträgt $3,56 \times 10^{-8}$ cm. Die Atome 1, 2, 3, 4 . . . bilden die Ecken eines Würfels, in dessen Innerem sich weitere vier Atome befinden, und überdies sitzt im Zentrum jeder Würfelfläche ein Atom. Das

ganze Modell ist natürlich nur ein winziger Ausschnitt, nämlich weniger als der zehntillionste Teil eines Kubikmillimeters Diamant; trotzdem genügt es, um die Atomanordnung eines beliebig großen Diamantkristalles zu kennzeichnen. Verbindet man nämlich in unserm Modell je zwei Atome, zwischen denen kein weiteres Atom liegt, durch eine Gerade, verlängert diese und besetzt sie derart mit Kohlenstoffatomen, daß alle aufeinanderfolgenden Atome immer wieder die gleiche Entfernung haben wie jene beiden, so erhält man die Struktur eines beliebig großen Diamantkristalles. Wie man an der linken, oberen vorderen Ecke des Modells sieht, ist jedes C-Atom von vier benachbarten so umstellt wie der Schwerpunkt eines regelmäßigen Tetraeders von dessen Ecken.

Die Fig. 2 veranschaulicht in gleichem Maßstab die Atomanordnung der andern Kristallart des Kohlenstoffs, nämlich des *Graphit*. Der Abstand der Atome Nr. 1 und 2 beträgt $3,70 \times 10^{-8}$ cm, der Winkel 1, 2, 3 ist gleich $39^\circ 45'$. Die Graphitstruktur geht oberhalb 3000° C. aus der Diamantstruktur hervor, indem das Atomgerüst des Diamanten (Fig. 1) eine Dehnung parallel einer der vier Raumdiagonalen des Würfels von Fig. 1 erfährt; durch diese Dehnung werden alle

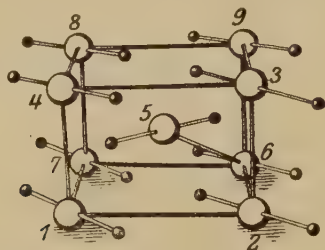


Fig. 3. Modell der Struktur des *Rutil* (TiO_2 , Tetragonal). \bigcirc = Ti-Atome, \bullet = O-Atome. Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

parallel jener Diagonale liegenden Atomabstände um 66% vergrößert. Die Strukturen der beiden Kristallarten des Kohlenstoffs stehen also in sehr enger Beziehung zueinander; diese Verwandtschaft kann man auch an den Figuren 1 und 2 erkennen, wenn man die Diamantfigur (1) in der Zeichenebene soweit dreht, daß eine der vier Würfeldiagonalen vertikal verläuft. Da jene starke Längsdilatation von keiner merklichen Querkontraktion begleitet ist, so muß sie eine erhebliche Verringerung des spezifischen Gewichtes 3,527 des Diamanten zur Folge haben. Aus dem genannten Betrage dieser Dilatation berechnet sich die Dichte des hierbei entstehenden Graphit zu 2,12, was mit seinem pyknometrisch bestimmten spezifischen Gewicht tatsächlich sehr nahe übereinstimmt.

Fig. 3 stellt die Struktur des *Rutils* (TiO_2) und Fig. 4 diejenige des *Anatas* (TiO_2) dar; man erkennt den Strukturunterschied dieser beiden Kristallarten des Titandioxyds umso deutlicher

als auch diese beiden Figuren in gleichem Maßstab gehalten sind (50 Millionen : Eins). Die großen hellen Kugeln bedeuten die Ti-Atome, die kleinen dunklen die O-Atome. In Fig. 3 (*Rutil*) bilden die 8 Titanatome Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 die Ecken eines flachen Quaders von quadratischer Grundfläche; im Schwerpunkt dieser Anordnung befindet sich noch ein weiteres Titanatom, Nr. 5. Der Abstand 1—2 beträgt $4,52 \times 10^{-8}$ cm, die Distanz 2—3 nur $2,92 \times 10^{-8}$ cm. Jedes Ti-Atom ist entsprechend der chemischen Formel $\text{O}=\text{Ti}=\text{O}$ von zwei Sauerstoffatomen so umgeben, daß alle drei in einer (horizontalen) Geraden liegen; der Abstand der beiden O-Atome vom zentralen Ti-Atom mißt $1,99 \times 10^{-8}$ cm, der Längsdurchmesser der Molekel $\text{O}=\text{Ti}=\text{O}$ also $3,98 \times 10^{-8}$ cm.

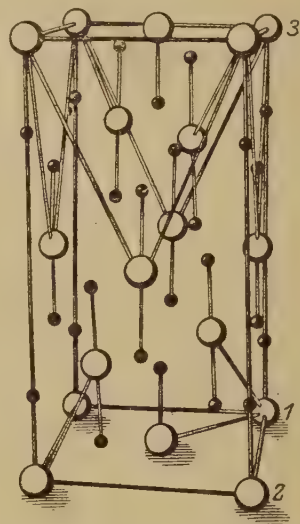


Fig. 4. Modell der Struktur des *Anatas* (TiO_2 , Tetragonal). \bigcirc = Ti-Atome, \bullet = O-Atome. Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

Im *Anatas* (Fig. 4) ist der Abstand der Ti-Atome Nr. 1 und 2 gleich $5,27 \times 10^{-8}$ cm, derjenige der Ti-Atome Nr. 1 und 3 dagegen $9,37 \times 10^{-8}$ cm. Auch hier bilden wieder 8 Titanatome die Ecken eines Quaders von quadratischer Basis, der Quader ist aber nicht flach wie beim *Rutil*, sondern lang gestreckt; außerdem trägt jede seiner 6 Flächen im Zentrum ein weiteres Ti-Atom, während vier andre Ti-Atome im Innern jenes Gebildes liegen. Auch ist im *Anatas* jedes Ti-Atom von zwei Sauerstoffatomen so flankiert, daß alle drei in einer Geraden liegen, doch ist diese Gerade nicht wie beim *Rutil* horizontal orientiert, sondern vertikal. Der Abstand $\text{Ti}=\text{O}$ beträgt $1,95 \times 10^{-8}$ cm.

In beiden Kristallarten des Titandioxyds scheint also eine und dieselbe Molekel $\text{O}=\text{Ti}=\text{O}$ mit genau oder sehr nahezu konstanten Atomabständen (2×10^{-8} cm) aufzutreten! —

Nach einer im Jahre 1913 von G. Tammann aufgestellten Theorie muß, wenn zwei Kristall-

arten aus einer und derselben Molekel aufgebaut sind, die eine derselben *unter allen Bedingungen* stabiler sein als die andre. In der Tat könnte das für Rutil gegenüber Anatas zutreffen, denn letzterer geht vor dem Luftgebläse in ein regelloses Aggregat winziger Kriställchen über, welche Rutil zu sein scheinen und sich bei Abkühlung *nicht* in Anatas zurückverwandeln. —

IX.

Zum Schluß vergleichen wir *Kristallmutation* und *Organismenmutation* und kommen hierbei zu folgenden sechs Ergebnissen:

1. Die durch Mutation aus einer Kristallart entstandene andere Art hat prozentual die gleiche chemische Zusammensetzung wie jene, ist aber physikalisch und meist auch morphologisch völlig von ihr verschieden. Die durch Mutation aus einer Organismenart entstandene andre Art ist jener chemisch anscheinend gleich und im übrigen sehr ähnlich; beide werden in die gleiche Gattung gestellt.

2. Mutation einer Kristallart vollzieht sich beim Passieren bestimmter Temperaturen und bestimmter Drucke, so daß bei bestimmten Wertepaaren von Druck und Temperatur beide Kristallarten nebeneinander beständig sind. Beim Passieren von Druck oder Temperatur in entgegengesetzter Richtung vollzieht sich Rückumwandlung. Ein biologisches Analogon ist nicht bekannt.

3. Drei Kristallarten einer Substanz können bei einer einzigen Temperatur und einem einzigen Druck nebeneinander beständig sein. Ein biologisches Analogon ist nicht bekannt.

4. Die Bedingungen einer Kristallmutation (Druck und Temperatur) können zu jeder beliebigen Zeit künstlich hergestellt werden. Ob die fraglichen Bedingungen einer Organismenmutation zu jeder Zeit hergestellt werden können, ist nicht bekannt.

5. Bei der Kristallmutation wird Wärme entweder abgegeben oder verbraucht. Ein biologisches Analogon ist nicht bekannt.

6. Bei der Kristallmutation geht jedes Individuum einer Kristallart mit seiner ganzen Masse entweder in mehrere Individuen oder in ein einziges der andern Art über. Bei der Organismenmutation gehen einige (?) oder alle (?) Eizellen einiger Individuen einer Art in je ein Individuum einer andern Art über.

Die Punkte 4 und 6 scheinen von besonderer Bedeutung zu sein.

Mehrere von G. Tammann entdeckte Eisarten sind *nur* bei Drucken oberhalb 3000 Atmosphären beständig, also an ganz andre Daseinsbedingungen gebunden als die irdischen Pflanzen und Tiere. Solche Kristallarten muten uns an wie Teile fremder Welten; aber wir können ihre Existenzbedingungen künstlich hervorrufen und dadurch sie selbst in den Bereich der Beobachtung und Messung ziehen.

Besprechungen.

Niklas, H., *Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse*. Herausgegeben vom K. statistischen Landesamt. München, J. Lindauersche Universitätsbuchhandlung, 1918. 15 S. und 17 Tafeln. Preis M. 6,—, für Behörden M. 4,—.

Der Verfasser der mit großem Arbeitsaufwand und auch nicht geringen Kosten fertig gestellten Arbeit beabsichtigte mit ihr, eine möglichst klare Übersicht von Bayerns Bodenproduktion zu geben, und das bedeutende Zahlenmaterial, das hierüber vorliegt, lebendig und anschaulich zu gestalten. Dabei schwebte ihm der Wunsch vor, den mit der Verteilung der Lebensmittel betrauten Behörden und Organisationen während und auch nach dem Kriege gute Dienste zu leisten. Das war der eine Zweck der großen Mühe und des vielen Fleißes, den die Fertigstellung dieses Werkes verfolgte.

So wenig es Freude machen kann, wesentlich negative Kritik üben zu müssen, so kann der Berichterstatter doch nicht glauben, daß durch das vorliegende Werk für unsere Lebensmittelerfassung und -Verteilung irgendwelcher Nutzen geschaffen werden kann. Das liegt nicht an dem Verfasser der hier besprochenen Schrift, sondern an der Unzuverlässigkeit der von ihm benutzten Grundlagen.

Benutzt ist von ihm die amtliche Statistik, die auf den durch die Gemeindebehörden vermittelten Erhebungen über den Umfang der Anbaufläche beruht, und auf Berichterstattung von 434 Saatenstands- und Erntebezirken über die Ernte.

Wer, wie der Schreiber dieser Zeilen, weiß, daß unsere amtliche Statistik über die Ernten Deutschlands zum Beispiel auf dem Gebiet der Kartoffelernte völlig versagt hat, wie von bestunterrichteter Stelle ausgesprochen worden ist; wer außerdem weiß, mit welcher Geringschätzung zumeist in der unterrichteten Praxis solche amtlichen Ernteschätzungen betrachtet wurden, da man eben wußte, wie wenig sicher sie sein konnten; wer endlich weiß, wie die jetzt mit viel größerer Sorgfalt vorgenommenen Schätzungen noch ständig eine dauernde Quelle von Schwierigkeiten für unsere Verteilungsbehörden, eben ihrer Unzuverlässigkeit halber, sind, der wird auch der sonst gewiß sehr lehrreichen Ausmünzung solcher statistischen Zahlen durch Kartenbilder wenig Brauchbarkeit für unsere Lebensmittelbehörden zuschreiben.

Eine Besonderheit fällt übrigens noch außerdem auf. Es heißt in den Erläuterungen: „Um den Stand der Friedenswirtschaft zum Ausdruck zu bringen, wurde für die Ernte das Jahr 1913, für den Anbau das Jahr 1914 gewählt.“ Weshalb nicht Anbau und Ernte desselben Jahres gewählt wurde, ist mir nicht recht erklärlich, weil so ein Vergleich der Anbau- mit der Erntezahl ausgeschlossen erscheint, und dadurch ein gewiß häufig beabsichtigter Vergleich von Anbau und Ernte, da die Wahl zweier verschiedener Jahre leicht übersehen werden dürfte, zu irrigen Schlüssen führen muß. Wenn im Text gesagt wird: „Aus den Karten kann die Beziehung zwischen Anbau und Ernte bis ins einzelne verfolgt werden.“ so wird dadurch solchem Irrtum in der Verwendungsmöglichkeit der Tafeln wohl noch unbewußterweise Vorschub geleistet.

Als zweite Aufgabe hatte der Verfasser für sein Werk die grundlegende Förderung der bayerischen und auch deutschen Bodenproduktion im Auge. Hierfür sollten die wichtigsten Zusammenhänge, die zwischen Anbau und Ernte einerseits und den bedeutsamsten Produktionsfaktoren Klima und Boden andererseits be-

stehen, erfaßt werden. Hieran haben die Kriegsverhältnisse zuvörderst gehindert.

Es unterliegt keiner Frage, daß die einwandfreie Verwirklichung der Aufgabe, Boden und Klima einerseits, Anbau und Ernte andererseits in Beziehung zu setzen, für die Beurteilung der zweckmäßigen Förderung landwirtschaftlicher Produktion von großer Bedeutung sein muß. Aber auch hier wird zunächst die Unzulänglichkeit der vorhandenen Unterlagen solche Verwirklichung nur dort zulassen, wo der Bearbeiter durch eigene, eingehende Kenntnis eines bestimmten, kleineren Bezirkes das vorhandene, statistische und sonstige Material zu prüfen und zu sichten vermag. Für das ganze Königreich Bayern wird aber kaum ein Mensch in der Lage sein, eine derartige kritische Verwertung der Zahlen auch nur annähernd zu ermöglichen. Das mag nur für einen Kreis oder wenig größere Gebiete möglich sein, und nur auf Grund genauester, durch langjährige Erfahrung begründeter Kenntnis der landwirtschaftlichen, klimatischen und sonstigen Verhältnisse.

Aber selbst dann ist es natürlich ausgeschlossen, aus den Ernten eines einzelnen Jahres und aus dem Anbau eines zweiten einzelnen Jahres mit Erfolg Schlüsse zu ziehen, die für die Beurteilung der heimischen Bodenproduktion bedeutungsvoll sein sollen. Dazu gehörte wohl mindestens die Verwendung der Erträge eines Jahrtausends, wenn nicht längerer Zeit, und ebenso der entsprechenden Anbauwerte; diese müßten außerdem noch im einzelnen auf ihre Brauchbarkeit für den beabsichtigten Zweck geprüft und beurteilt werden.

Es würde zu weit führen, noch mehr zu sagen. Wenn der Verfasser des vorliegenden Werkes trotz des aufgewendeten Fleißes und der in mancher Hinsicht richtigen Gedanken, die er verfolgt, hier kaum erfolgreich gearbeitet haben dürfte, so beruht das wohl auf einer etwas geringeren Erkenntnis des Wertes, den landwirtschaftliche Statistik zurzeit zumeist überhaupt besitzen kann, wo nicht einfache Zählung, wie beim Viehbestand, oder Benutzung feststehender Werte, bei der Größe der landwirtschaftlichen Betriebe nach Hektar und dergleichen, möglich ist. Wenn er sogar wünscht, daß nicht nur die Ernte, sondern sogar das verfütterte Getreide, die Aussaat, und dergleichen in absoluten Zahlen festgestellt werden möge, und dadurch die bisherige Schätzung zu ersetzen sei, so verkennt er doch wohl die Leistungsfähigkeit unseres landwirtschaftlichen Besitzstandes für statistische Zwecke. Das mag bei großen Gutsverwaltungen annähernd zu erzielen sein; wie es aber bei dem für unsere ländliche Produktion ungleich wichtigeren Mittel- und Kleinbesitz erreicht werden soll, ohne daß es doch wieder, nur dann gegen die Vorschrift, zu ganz oberflächlichen Schätzungen kommt, das würde erst noch anzugeben sein. Man denke auch an die Abneigung weiter Kreise auf dem Lande gegen die Angabe von Zahlen über Ernte, Aussaat, Verfütterung und so weiter, die früher schon aus Furcht vor dem Steuererheber bestand, und jetzt und nach dem Kriege aus verschiedenen Gründen sicherlich nicht geringer geworden ist!

Möge der auf bodenkundlich-landwirtschaftlichem Gebiet verdienstvolle Verfasser des hier besprochenen Werkes bedenken, daß auf dem Gebiete der Statistik überhaupt, noch mehr aber auf dem der landwirtschaftlichen, nur scharfe, kritische Sichtung der vorhandenen Angaben zu verwertbaren Ergebnissen führen kann, eine Aufgabe, zu der in Kriegszeiten natürlich in der Regel die Grundbedingungen fehlen.

Paul Ehrenberg, Göttingen.

Köppen, W., Wind und Wetter in den europäischen Gewässern. Berlin, Mittler & Sohn, 1917. 58 S., 15 Tafeln und 22 Textbilder. Preis M. 3,—.

Das vorliegende Büchlein wendet sich zwar an einen speziellen Leserkreis, unsere Marine, der ein kurzer Ratgeber zur Beurteilung der Wetterlage in ihren Arbeitsgebieten gegeben werden sollte, ist aber von so allgemeinem Wert, daß sich auch weitere Kreise dafür interessieren dürften. Insbesondere enthält der erste Teil eine didaktisch sehr wertvolle, gedrängte Darstellung der *Grundlagen der Wettervorhersage*. Im zweiten Teile wird das Wetter in den einzelnen Gebieten besprochen; hier sind in ähnlich konzentrierter Form die wichtigsten *klimatologischen* Tatsachen zusammengetragen.

A. Schmauß, München.

Zoologische Mitteilungen.

Über künstliche Aufhebung des Spinnens der Arthropoden handelt ein Aufsatz von J. Dewitz im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 50, Nr. 1. Aus verschiedenen Angaben scheint hervorzugehen, daß Feuchtigkeit der Umgebung hindernd auf die Spinnfähigkeit der Arthropoden wirkt. Um zu entscheiden, ob man eine solche Annahme durch den direkten Versuch stützen kann, stellte Dewitz die folgenden Beobachtungen an: Er legte den Raupenkörper des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) mit den soeben hervorgekommenen Larven der Schlupfwespe *Microgaster glomeratus* auf vollständig genähte Leinwand, die sich in einem kleinen Behälter befand, und deckte die Larven mit einem Stückchen ebensolcher Leinwand zu. Unter diesen Bedingungen vermochten die Larven mehrere Tage zu leben. Sie spannen aber nicht, was sie unter normalen Verhältnissen sofort nach dem Herauskommen aus dem Raupenkörper tun. Hielt Dewitz verschiedene Raupenarten in einem verschlossenen Blechkasten, dessen Boden mit wassergesättigter Erde bedeckt war, so konnte es geschehen, daß die zur Verwandlung schreitende Raupe keinen Kokon machte, sich aber dennoch verpuppte. Man erhielt dann nackte Puppen. Ebenso verhielten sich die Raupen der zweiten Generation von *Conchylis ambiguella* der Rebe, die sogenannten Sauerwürmer, wenn man sie sich in einem mit Wasser getränkten Korkpulver verwandeln ließ. Sie bildeten zwar eine Puppe, aber keinen Kokon. Ferner wurde eine Kreuzspinne zum Versuch herangezogen. Diese umhüllte ihre Eier mit einer Seidenhülle und bildet eine Art Kokon, in dem die Eier liegen und den sie irgendwo befestigt. Es wurden nun die Wände und der Boden sowie die Innenseite des Deckels einer kleinen Glasbüchse mit Lagen von wassergesättigtem Fließpapier bedeckt. Die in der Büchse befindliche Spinne spann einige sehr dicke Stränge und schließlich etwas Seide, die die Papierwand ein wenig herabreichte, und an der entsprechenden Stelle des Bodens entledigte sie sich ihrer Eier, die unbedeckt blieben. Dagegen bespannen in einem ähnlich hergerichteten Einmachglase die Raupen von *Pieris brassicae* und *rapi* die nasse Papierfläche und befestigten an diesem Gespinst mit einem Faden ihren Körper. Nach diesen Versuchen scheinen die meisten spinnenden Arthropoden in einer wassergesättigten Atmosphäre das Spinnen zu unterlassen. Die Versuche zeigen aber andererseits, daß gewisse Arten auch unter solchen Verhältnissen spinnen.

Die vegetative Fortpflanzung von *Amoeba proteus* Pall war Gegenstand von Untersuchungen F. Dofleins, die schon vor 20 Jahren begannen und deren Ergeb-

nisse jetzt im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 49, Nr. 10 mitgeteilt werden. Es gelang *Doflein*, eine Methode auffindig zu machen, mit deren Hilfe man *Amoeba proteus* in großen Mengen und lange Zeit hindurch züchten kann. In Uhrgläsern setzt man einzelne Amöben in reines Tümpelwasser ein, dem man Algen, Diatomeen oder grüne Flagellaten zusetzt. Dieses reine Wasser nebst den assimilierenden Organismen muß alle paar Tage ergänzt werden. Die Amöben selbst werden alle zwei Tage aus einer möglichst reinen Kultur von *Paramecium* mit sehr zahlreichen dieser Infusorien gefüttert. Solche Kulturen konnte *Doflein* bei regelmäßiger Überpflanzung in neue Schalen bis zu 8 Monaten in blühender Fortpflanzung erhalten. Er hatte gleichzeitig viele Tausende der schönen großen Amöben in den Kulturschalen beieinander. — Die Kernteilung verläuft während eines abgekugelten Zustandes der Tiere. Die Teilungskugeln sind Ruhezustände, in denen der Amöbenkörper keine Bewegungen ausführt; er klebt dann nicht an der Unterlage fest, sondern rollt leicht auf der Unterlage hin und her. Die Abkuglung ist wohl auf Gesetzmäßigkeiten der Oberflächenspannung zurückzuführen, deren Änderung wahrscheinlich durch Wechselbeziehungen zwischen Kern und Protoplasma ausgelöst wird. Die Kernteilung ist eine typische mitotische Teilung, bei der sich chromosomenähnliche Körner in großer Zahl von einer stark hervortretenden, gefaserten Spindel unterscheiden lassen. In den Teilungskugeln teilt sich in der Regel der Kern nicht nur einmal, sondern mindestens zweimal. *Doflein* hat Kugeln mit 1, 2, 3, 4, 6 und 8 Kernen gefunden. Aus solchen Teilungskugeln gehen meist mehrere Amöben hervor. Die häufigste Form sind vierkernige Kugeln, die 4 kleine Amöben liefern. Dabei erfolgt meist zuerst eine Teilung in zwei zweikernige Individuen, die dann sich wieder teilen. So kommt es, daß man in lebhaft sich vermehrenden Kulturen nicht selten bewegliche zweikernige Amöben findet; ja es kommen auch solche mit 4 Kernen vor. Die Spindelbildung und Teilung der Kerne verläuft sehr rasch; dagegen dauert die Körperteilung oft recht lange. *Doflein* beobachtete große Amöben 1—4 Tage im Kugelzustand, ehe sie in die Tochtertiere zerfielen. Außer der multiplen Vermehrung im Ruhezustand, aber nicht in einer Zyste, kommen möglicherweise noch andere Vermehrungsweisen bei *Amoeba proteus* vor.

Die übliche Auffassung des Fliegens der Käfer wird von *R. Demoll* im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 49, Nr. 10 als eine zoologische Irrlehre nachgewiesen. Allgemein wird angenommen, daß nur die Hinterflügel zum Fluge dienen, während die Vorderflügel als Schutzwerkzeuge und Gleichgewichtsorgane Verwendung finden. Dies entspricht nicht den Tatsachen. Die Flügeldecken oder Elytren beteiligen sich am Fluge in derselben Weise wie die häutigen Flügel. Ihre Schlagzahl scheint dieselbe zu sein, ihre Amplitude ist geringer. Denn die Elytren schlagen nicht von oben bis unten, sondern nur von oben bis etwa zur Horizontalen. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man einen Maikäfer gegen das Fenster fliegen läßt. Die durchscheinenden Elytren dieser Tiere lassen dann den Umfang des Flügelschlages erkennen. Bringt man die Käfer dazu, in der Ecke zwischen Fensterscheibe und Rahmen sich zum Fluge anzuschicken, so kann man, da es den Tieren nicht gelingt abzufliegen, die Bewegung der Flügeldecken beim Flug auf der Stelle beobachten. Noch einfacher ist es, das Tier an seinem Hinterleibsende mit einer Pinzette frei in die Luft zu halten.

Vorstudien zu biologischen Beobachtungen am Zwergwels (*Amiurus nebulosus* Les.) veröffentlicht *E. Schiche* im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 49, Nr. 11/13. Der Zwergwels ist ein Bewohner der amerikanischen Teiche und Seen und findet die besten Lebensbedingungen in einem Wohngebiet mit klarem Wasser und weichem oder sandigem, mit faulenden Pflanzenresten bedeckten Grunde. Er verhält sich tagsüber ruhig und geht nachts seiner Nahrung nach, die sich aus tierischem und pflanzlichem Material zusammensetzt. Regelmäßig bringt er den Winter im Schlamm eingegraben zu. *Schiche* hielt den Fisch lange Zeit in Aquarien, in denen er die Bedingungen seiner natürlichen Umgebung nachzuahmen suchte. Das Benehmen der Tiere in solchen Aquarien steht mit den Nachrichten über das freilebende Tier in Einklang. Es ergab sich, daß der Zwergwels auch außerhalb der Brutzeit an irgendeiner Stelle seines Wohnkreises ein Standquartier hat, von dem aus er seine Streifzüge unternimmt und zu dem er stets wieder zurückkehrt. Diese „Wohnung“ besteht im einfachsten Fall aus einer flachen, etwa kreisrunden Grube, die von einem Tier oder auch von mehreren zusammen angelegt wird. Der Ort der Wohngrube muß gegen direktes Licht geschützt sein, möglichst tief am Boden liegen und in seiner unmittelbaren Umgebung feste Gegenstände, z. B. Pflanzenbüschel aufweisen, die ein in der Grube liegender Fisch mit irgendeinem Teil seiner Körperoberfläche berühren kann. Die Grube, die durch Wendungen des Fischkörpers und Flossenbewegungen hergestellt wird, ist kreisrund und höchstens 2 cm tief. In ihrem Innern tritt der feste Bodengrund zutage; Fremdkörper sind hinausbefördert und bewirken mit dem hinausgeschleuderten Sand, daß der Rand der Grube etwas höher liegt als der umgebende Aquariumgrund. — *Schiche* stellte an den Zwergwelsen Versuche über Photorezeption, Chemorezeption, Tangorezeption und Thigmotaxis an. Bereits die Beobachtung der Tiere im Wohnaquarium machte es wahrscheinlich, daß sie auf Lichtreize im allgemeinen negativ antworten würden, und die Versuche über ihre Reaktion auf Licht und Schatten bestätigten das durchaus. In einem Versuchsfeld mit einer beleuchteten und einer verdunkelten Hälfte bei durchfallendem Licht begibt sich der Zwergwels nach einer kürzeren oder längeren Weile unruhigen Umherschwimmens endgültig nach der Schattenfläche, wo er zur Ruhe kommt. Gleichzeitig läßt sich durch diesen Versuch eine zweite Lichtreaktion feststellen, nämlich eine deutliche Orientierung zum Lichteinfall. Die Tiere stellen sich stets so ein, daß ihr Körper sich vollständig in der Schattenfläche befindet und der Kopf dem beleuchteten Teil des Aquariums zugewendet ist. — Von besonderer Wichtigkeit sind die thigmotaktischen Eigenschaften des Zwergwelses. Bekanntlich zeigen viele Tiere bestimmte Reaktionen, wenn sie mit festen Körpern ihrer Umgebung in Berührung kommen. Sie bringen entweder ihren Körper in möglichst enge Fühlung damit (positive Thigmotaxis), oder sie entziehen sich einer solchen Berührung (negative Thigmotaxis). Diese biologisch bedeutungsvolle Eigenschaft besitzt der Zwergwels in stark ausgeprägter Form, und zwar ist er positiv thigmotaktisch. Die Reaktion besteht darin, daß er sich z. B. in Ruhestellung gewöhnlich in eine Ecke des Aquariums legt, indem er mit mehreren Punkten seiner Körperoberfläche seitlich oder nach oben hin die Glaswände, irgendwelche Pflanzenteile, Steine u. a. m. berührt. Bei sonst gleichen Verhältnissen wird von zwei Unterlagen mit verschiedener Oberflächenform die gleichmäßigere gewählt, also Sandboden dem Geröll-

grund und Schlammgrund dem Sandboden vorgezogen. Ferner bewirken schützende Gegenstände der Umgebung häufig thigmotaktische Reaktionen, indem Tiere, die damit in Berührung kommen, das Bestreben haben, sich darunter zu verkriechen oder seitlich eng daran zu schmiegen. Diese Reaktionen sind in hohem Grade zweckmäßig und je nach der Eigentümlichkeit des Wohngebietes von höherem oder geringerem Schutzwert.

Über die künstliche Beeinflussung der Lebensdauer sprach R. Demoll am 21. Januar 1918 im Verein für Naturkunde zu München. (Natur und Kultur, 15. Jahrgang, März-Heft 1918.) Der Vortragende geht von der Erwägung aus, daß die Entwicklung erst mit der Beendigung der Altersveränderungen abschließt. Der Organismus entwickelt sich zu tot. Lebensdauer und Dauer der Entwicklung sind identisch; und die Frage nach der Beeinflussung der Lebensdauer wird so zur Frage nach der Beeinflussungsmöglichkeit des Ablaufs der Entwicklungsvorgänge. Demoll untersucht zunächst, ob eine Verzögerung der Entwicklung unter Beibehaltung der normalen Intensität der vitalen Äußerungen gelingt. Aus dieser Frage wächst eine andere von prinzipieller Bedeutung heraus, nämlich die, ob es möglich ist, die Entwicklungsprozesse zu verlangsamen, ohne die Stoffwechselprozesse zu behindern. Sind die Vorgänge der Entwicklung und die des Stoffwechsels von einander zu trennen oder sind sie bis zu einem gewissen Grade identisch? Entscheiden können wir diese Frage heute noch nicht. Doch ist davor zu warnen, eine Trennbarkeit beider Prozesse ohne weiteres als etwas Unmögliches abzulehnen. Ebenso liegt eine Lebensverlängerung durch Wiederholen einzelner Abschnitte der Entwicklung, als Folge teilweiser Regeneration des Körpers durchaus im Bereiche des Möglichen. Dagegen kann nicht daran gedacht werden, die durchlaufene Entwicklung in der umgekehrten Richtung, also rückwärts, noch einmal durchlaufen zu lassen. — Demoll erörtert auch das Problem, ob es möglich ist, nicht das Einzelwesen, sondern die ganze Art so zu beeinflussen, daß eine länger lebende Rasse entsteht, d. h. also, ob es gelingen mag, die Art nach der hier gewünschten Richtung umzuzüchten. Die Antwort wird davon abhängig zu machen sein, ob der Tod der Gehirnzellen eine ausschließliche Funktion ihrer Tätigkeit ist, so zwar, daß eine gegebene Masse lebender Substanz nur zu einem bestimmt festgelegten, scharf begrenzten Energieumsatz befähigt ist. In diesem Falle wäre es nicht möglich, eine Rasse von der doppelten Lebensdauer zu züchten ohne zugleich die Lebensintensität auf die Hälfte herabzusetzen. Die Tatsachen sprechen aber gegen eine solche Annahme. Durch die Funktion ist dem Lebensalter keine Grenze gesetzt. Es muß daher im Prinzip möglich sein, Arten hinsichtlich ihrer Lebensdauer umzuzüchten. Es wird dies ebenso leicht gelingen, wie es gelang, dem Schwein eine besondere Mastfähigkeit, dem Huhn eine hohe Legefähigkeit oder dem Hund irgend eine gewünschte körperliche oder rein physiologische Eigenschaft anzuzüchten. Natürlich kann diese Umzüchtung nicht auch für den Menschen in Frage kommen, da dieser dem Experiment nicht zugänglich ist.

Totale Rotblindheit der kleinen Stubenfliege (*Homalomyia cunicularis* L.). E. Wasmann machte bei mikrophotographischen Aufnahmen die Beobachtung, daß die kleine Stubenfliege die roten Strahlen der bei Entwicklung der Platten als Lichtquelle benutzten Rubinglasbirne überhaupt nicht als Lichtstrahlen, sondern nur als Wärmestrahlen wahrnimmt, also absolut rotblind ist. Für weißes Licht dagegen besitzt sie eine

relativ hohe optische Empfindlichkeit. (*Biol. Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 3.)

Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des Maikäferfühlers zustande? Diese Frage beantwortet R. Vogel im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 3 auf Grund eigener Untersuchungen in folgender Weise: Die Spreizung der Fühlerlamellen wird durch Blutflüssigkeit bewirkt, die teils aus der allgemeinen Leibeshöhle in das Fühlerlumen, teils durch das Fühlerblutgefäß in die von ihm entspringenden Lamellengefäße gepreßt wird. Es ist zur Spreizung offenbar ein gesteigerter Blutdruck erforderlich, wie er durch die beschleunigten Atembewegungen vor dem Abflug erzeugt wird. Die Rückkehr des Fühlerfächers zur Blätterkeule erfolgt durch die Elastizität der Gelenkhäute der Lamellen.

Einen „Friedhof“ der Waldameise (*Formica rufa* L.) beschreibt Heinrich Kutter im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 3. Bei einem kleinen Ausflug im Juni 1917 nach Glattfelden (Kanton Zürich) stieß er längs eines Waldrandes auf der Straße nahe beim Dorfe plötzlich auf ein ungeheures Leichenfeld der Waldameise. Die toten Tiere bedeckten auf einer Strecke von etwa 25 m die Straße in einer Breite von etwa 1,5 m. Viele Tausende von Tieren deckten den Boden beinahe zu. Am meisten fiel die ungeheure Menge von völlig entflügelten toten Königinnen auf, die sich unter den toten Arbeitern befanden. Kutter nahm aufs Geratewohl eine Zündholzschachtel voll der Tiere mit und fand darin 50 tote Königinnen mit nur 121 Arbeiterkadavern. Daneben fanden sich noch Fliegen-, Spinnen-, Käferteile usw. Offenbar benutzten die Ameisen einer riesigen Kolonie, die sich am Abhang etwa 50 m über der Straße befand, diese als ihren Friedhof und Kehr- richtplatz. Eine befriedigende Erklärung der ungeheuren Menge toter Königinnen vermag der Beobachter nicht zu geben.

Einen Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte bei solitären Bienen liefert Karl v. Frisch im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 5. Gegen Ende des Monats Juli bemerkte er an einem regnerischen Tage auf einer Waldblöße sechs Männchen der solitär lebenden Biengattung *Halictus* dicht zusammengedrängt an einem vertrockneten Blütenstengel der Komposite *Buphthalmum salicifolium*. Sie rührten sich kaum, doch ab und zu wurde eine von ihnen lebhafter, flog davon, beschrieb auf der Waldblöße einige Kreistouren, geriet wohl auch ganz außer Sicht, kam aber binnen kurzem zurück und setzte sich wieder an den alten Platz zu den übrigen. Eine von ihnen fing der Beobachter. Die anderen wurden gegen Abend immer stiller, und es störte sie auch nicht, als v. Frisch versuchte, sie durch wiederholtes Antippen an den Stengel aufzujagen. Erst ein kräftiger Stoß ließ sie nach allen Seiten auseinanderstieben. Nach 2—3 Minuten kehrte die erste Biene zurück und flog nach einigen kurzen Zickzacktouren genau an den alten Platz, wo sie still sitzen blieb. Nach etwa 5 Minuten kam die zweite und ließ sich an einem Punkte des Stengels nieder, der um einige Zentimeter höher lag als der frühere Versammlungsort. Hier bewegte sie sich unruhig hin und her, flog wieder auf, kehrte zurück und kam nun etwas zu tief an den Stengel. Wieder flog sie auf und fand nun den richtigen Ort, wo sie sich neben die erste Biene setzte, ohne sich mehr zu rühren. Nach kurzer Zeit kamen rasch nacheinander zwei weitere Bienen zurück und gesellten sich zu den früheren. Die fünfte sah der Beobachter nicht

wieder. Während der folgenden 3 Tage ging er häufig nach jenem Platze. In den Morgen- und Abendstunden sowie des Nachts konnte er sicher sein, die Bienen an ihrem Halme versammelt zu finden. Bei trüber Witterung blieben sie auch tagsüber sitzen oder beschränkten sich auf kurze Ausflüge. Bei Sonnenschein aber wurden sie lebhafter, flogen auf der Lichtung umher, setzten sich bald da, bald dort auf einen Zweig oder ein Blatt, ruhten aber mit besonderer Vorliebe immer wieder an ihrem alten Plätzchen. Als am vierten Tage der Sonnenschein etwas dauerhafter wurde, flogen sie alle davon und blieben stundenlang unsichtbar, bis sie eine neue Regenwolke wieder zurückführte. — v. Frisch sieht in diesem Verhalten einen gewissen Instinkt der Zusammengehörigkeit und eine Stütze für die Theorie, daß die Gattung *Halictus* ein wichtiges Zwischenglied zwischen solitären und sozialen Bienen bildet.

W. May, Karlsruhe.

Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie, die vor allem eine staatliche Organisation zur wissenschaftlichen Untersuchung und Bekämpfung der wirt-

schaftlich schädlichen und krankheitsübertragenden Insekten, und die Förderung der Zucht von Nutzinsekten anstrebt, versammelt sich — zum erstenmal während des Krieges — vom 24. bis 26. September in München (Amalienstraße 52, Forstliche Versuchsanstalt). Eine Reihe von Vorträgen wird die gegenwärtig wichtigsten Fragen der praktischen Insektenkunde, die namentlich im Krieg besondere Bedeutung erlangt hat, behandeln. Ausführlich ferner das seit einem Jahr in Deutschland angewandte, bereits umfassend organisierte Blausäureverfahren, das namentlich im Kampf gegen Mülenschädlinge, Wanzen und Läuse durchschlagende Erfolge hat; ferner der Gebrauch von Arsenmitteln im Pflanzenschutz, die Bekämpfung von Schnaken und Fliegen, ferner Zuchtfragen und das Thema „Angewandte Entomologie und Schule“. Professor Dr. K. Escherich (München) wird über das in München zu gründende Forschungsinstitut für praktische Insektenkunde und über andere Organisationsziele sprechen. Das Programm der Tagung ist von dem Schriftführer der Gesellschaft, Dr. F. Stellwaag in Neustadt a. d. Hdt. (Rheinpfalz) zu erfahren.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

20. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Abhandlung aus dem Chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien vor: *Zur Kenntnis des Allylalkohols*, von Dr. Milan Josef Stritar. Allylalkohol addiert quantitativ Brom; beim Bromieren verdünnter wässriger Lösungen wird nahezu die Hälfte des angelagerten Broms sofort als Bromwasserstoff abgespalten; der Austausch der zweiten Hälfte gegen Hydroxyl vollzieht sich in saurer Lösung unvollständig und unter Bildung von etwas Akrolein. Mit überschüssiger Lauge hingegen erhält man 97 % der Theorie an Glycerin.

Das k. M. Kustos Anton Handlirsch überreicht eine Arbeit: *Revision der paläozoischen Insekten I*. Der Verfasser unterwirft alle seit dem Erscheinen seines Handbuches (1908) bekannt gewordenen paläozoischen Insektenformen mit Ausnahme der Blattarien einer kritischen Bearbeitung und versucht es, sie in sein System einzufügen.

4. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien (Zoologische Abteilung, Vorstand: H. Przibram): Nr. 27. *Tierische Regeneration als Wachstumsbeschleunigung*, von Prof. Hans Przibram. Die Zunahmsquotienten von Regeneraten bei 20 Tierarten in 70 Versuchsreihen, welche sich auf alle bisher in der Literatur auffindbaren quantitativen Werte für tierische Regeneration beziehen, zeigten ebenso wie bei den eigenen Versuchen früher, daß die anfänglich großen Quotienten immer mehr und mehr mit dem Fortschreiten der Regeneration abnehmen, somit die tierische Regeneration in ihrem Verlaufe allgemein mit einem Stoff- oder Energiestrome bei plötzlich eingetretener Gefäßserhöhung übereinstimmt.

Nr. 28. *Fangbeine als Regenerate* (zugleich: Aufzucht der Gottesanbeterinnen, IX. Mitteilung und Homoeosis bei Arthropoden, V. Mitteilung), von Hans Przibram. Die Fangbeine der Mantiden können regeneriert werden. Infolge der Abwesenheit der Autotomie lassen diese Vorderbeine eine willkürliche Abänderung der Wundflächen zu, wodurch die Entstehung von Bruch-Mehrfachbildungen auf regenerativem Wege

nachgewiesen werden konnte. Das Mantiden-Fangbein trat ferner an Stelle des Fühlers bei *Sphodromantis* auf, nachdem an ältesten Larven oder Nymphen der Fühlerschaft durchschnitten worden war. Zusammenhang zwischen Regenerationsfähigkeit und Verlustwahrscheinlichkeit besteht nicht.

Nr. 29. *Fußglieder an Käferfühlern* (zugleich: Homoeosis bei Arthropoden, V. Mitteilung), von Hans Przibram. Im Freien gesammelte Käfer mit Fühlermonstrositäten tragen in zwei Fällen neben dem abgebogenen, normalen Fühlerende einen abnormen Ast, der Fußcharaktere aufweist. Da der Einfluß des Beinangliums aus einem nicht unmittelbar an das Fühlersegment grenzenden Körperabschnitt durch den normalen noch einfachen Teil des Fühlers hindurch wirken müßte, um zum hereromorphen Ast zu gelangen, so wird Nervenbeeinflussung abgelehnt und eine zwiefache Potenz jedes Arthropodenanhangs angenommen.

Nr. 30. *Regeneration beim Hautflügler Cimex avillaris Panz* (zugleich: Homoeosis bei Arthropoden, VI. Mitteilung), von Hans Przibram. Bei Absengung des Fühlers ohne Einstich tritt an Stelle des beschädigten Larvenfühlers ein typischer Fühler an Nymphe und Imago auf. Bei tieferer Verletzung kommt es zur Ausbildung von Fußcharakteren an der Endkeule. Der lange bekannte Naturfund mit klauentragendem Fühler ist nicht auf Mutation, sondern auf Regeneration zurückzuführen. Die gradweise Zunahme der Umbildung eines Fühlerendes zu einem Fußende mit zunehmender Verwundung bestätigt den direkten Übergang der Teile der Larven in die entsprechenden des Imaginalfühlers.

Nr. 31. *Ursachen tierischer Farbleidung. I. Versuche an Extrakten*, von Hans Przibram und Leonore Brecher. Blaue Strahlen hemmen zunächst die Wirksamkeit der Tyrosinase im Vergleiche zur Dunkelheit, gelbe befördern sie; bei längerer Einwirkung auf die Tyrosinase kehrt sich dieses Verhältnis um. Bei einer Vorerwärmung der Tyrosinase auf 40° C. wird in Tyrosinproben die Farbe von violett-schwarz gegen rot abgeschwächt. Die hemmende Wirkung der blauen Strahlen dürfte auf Erhöhung der Alkaleszenz, die befördernde der gelben auf Erhöhung der Azidität beruhen.

Nr. 32. *Ursachen tierischer Farbleidung. II. Theorie*, von Hans Przibram. Die Anpassung der Tierfärbung an die Farben der Umgebung geschieht durch lichtempfindliche Fermente und lichtempfindliche Chromogene. Die durch extreme Temperaturgrade

hervorgerufenen Aberrationen beruhen auf der Temperaturempfindlichkeit der Fermente, die durch äußere Faktoren hervorgerufenen Modifikationen auf Veränderung des Reaktionszustandes der Gewebe. (Parallelinduktion führt zur Rasse.) Gemischte Fermente können ohne gegenseitige Beeinflussung wieder getrennt werden (Spaltung) und geringe Mengen stark färbender Fermente vermögen auch die doppelte Chromogenmenge umzusetzen (Dominanz). Fermente bestimmen die Farbe, welche die farblosen Chromogene anzunehmen haben (Assimilation). Die Farben in den tiergeographischen Regionen, Standorten und bei den Haustieren lassen sich auf den Einfluß der äußeren Faktoren beziehen. Die nach Analogie der Farbanpassung ausgebaute farbenphotographische Theorie des Farbensehens gibt uns Rechenschaft über eine Reihe sonst unerklärter Erscheinungen.

Nr. 33. *Konservierung der Tyrosinase durch Luftabschluß* (zugleich: Ursachen tierischer Farbkleidung III), von Hans Przibram und Jan Dembowsky. Luftfrei in Glasröhrchen eingeschmolzene Tyrosinase-Lösung behält ihre Wirksamkeit monatelang bei; bei Abwesenheit von Sauerstoff ist die Tyrosinase von Halimas auch gegen die Einwirkung von Licht unempfindlich. Rosa angegangene Tyrosinase-Tyrosinproben gehen nach luftfreiem Einschmelzen in der Färbung wieder zurück; wird die entfärbte Probe dem Sauerstoffzutritt geöffnet, so beginnt sie sich sogleich wieder zu färben, wobei violette Farbe auftritt. In Analogie zur Photobromierung aromatischer Kohlenwasserstoffe scheint ein Anhaltspunkt gegeben, den Angriffsort der Tyrosinase am Tyrosin bei der Lichteinwirkung in der Seitenkette, bei Finsternis im Kerne zu suchen.

Nr. 34. *Die Puppenfärbungen des Kohlweißlings, Pieris brassicae L. Vierter Teil: Wirkung unsichtbarer und sichtbarer Strahlen*, von Leonore Brecher. Schwarze Umgebung bringt viel dunklere Puppen hervor als vollständige Finsternis. Erhöhung der Lichtintensität erhöht die Wirksamkeit schwarzer Umgebung. Es traten die für die verschiedenen Untergrundfarben charakteristischen Farbentypen der Puppen auch dann auf, wenn die Augen der verpuppungsreifen Raupen mit schwarzem Lack überstrichen worden waren. Das Ausschalten der Augen hingegen durch elektroakustische Blendung hebt die Wirkung der Farben auf. Es sind die ultravioletten Strahlen, die von schwarzer Umgebung reflektiert, die positive Wirksamkeit des Schwarz im Gegensatz zur Finsternis bedingen: Bei Ausschaltung jener Strahlen entstanden in Schwarz helle Puppen.

Nr. 35. *Vererbung erzwungener Formveränderungen. I. Mitteilung. Die Brunftschwiele des Alytes-Männchens aus Wassereiern*, von Paul Kammerer. Im Naturzustande besitzt das Männchen von Alytes auch während der Paarungszeit keine Kopulationsschwien. Lehrt man nun das Alytes-Männchen, sich wie die übrigen Batrachier im Wasser zu begatten, so entwickelt sich von der Urenkelgeneration an eine von Generation zu Generation wie von Brunft zu Brunft dem Grade ihrer Ausprägung, wie der horizontalen Ausbreitung nach zunehmende Begattungsschwiele. Die ausführliche Arbeit wird — nebst zwei Bildertafeln — in Roux's Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen erscheinen.

Das w. M. R. Wegscheider legt die XIV. bis XXII. Mitteilung der Untersuchungen über den Einfluß von Substitution in den Komponenten binärer Lösungsgleichgewichte von R. Kremann und dessen Mitarbeitern aus dem Chem. Institut der Universität Graz vor.

Das w. M. Prof. J. v. Hepperger legt eine Abhandlung von Prof. K. Hillebrand in Graz vor, betitelt: *Analyse der Laplaceschen Kosmogonie*. Die Aufgabe, die sich der Verfasser stellt, ist unter Berücksichtigung der maßgebenden Gesichtspunkte, die sich vor allem auf Stabilitätsfragen und der Wirkungsweise deformabler Massen beziehen, von neuem den Laplaceschen

Prozeß zu untersuchen und zu zeigen, daß einerseits die Laplaceschen Vorstellungen in einigen Punkten ganz wesentlich modifiziert werden müssen, aber andererseits dadurch ein völlig konsequentes Bild für den Entstehungsprozeß gewonnen wird.

Gießen-Marburger Physikalisches Kolloquium.

Sitzung vom 10. Juni 1918.

Vor Eintritt in die Tagesordnung gedachte der Vorsitzende in warmen Worten des am 28. Mai verstorbenen Geh. Rats Richard Assmann, der, nachdem er seine Stellung als Direktor des aeronautischen Observatoriums in Lindenberg niedergelegt und Gießen sich als Alterswohnsitz erwählt hatte, ein eifriges Mitglied des Gießen-Marburger Kolloquiums geworden war. Hier hat er, am 22. November 1915, seinen letzten wissenschaftlichen Vortrag, über Leitfähigkeit und Gewitterprognose, gehalten. Die Versammlung ehrte sein Andenken durch Erheben von den Sitzen.

Herr K. Schaum hielt zwei von Demonstrationen begleitete Vorträge:

1. *Über die Schrumpfung von Gallerten*. Bei der Schrumpfung eines quellbaren Gels, die für viele technische Prozesse (Leimen, Kleben, Herstellung und Behandeln photographischer Schichten u. a.) von Wichtigkeit ist, sind die Kräfte der Adhäsion an den Berührungsflächen mit den angrenzenden Medien („Ab-lösen“), die Kräfte der Kohäsion im Innern der Gallerte („Springen“, „Zerreißen“) und die Kräfte der Kontraktion („Deformation“ der Gallerte und der angrenzenden Medien) von großer Bedeutung. Der Vortragende hat die totale und die partielle (lokale) Deformation an photographischen Schichten und gegossenen Lichtfiltern und ihre Einflüsse auf exakte photographische Arbeiten untersucht; dabei wurde u. a. der Transport kolloid und normal gelöster Stoffe in Gelatine bei partieller Quellung studiert. Der Charakter der durch die Schrumpfung auftretenden inneren Spannungen, der nach Ansicht des Vortragenden vielleicht zu Aufschlüssen über die Konstitution von Gallerten führen kann, wurde an den Erscheinungen der Doppelbrechung, der Riß- (Sprung-) Figuren, der Quellungsfingern und der Stabilität von Lamellen studiert; auch wurde versucht, ein mechanisches Maß für die Größe der Kontraktionskraft zu gewinnen.

2. *Über die Kristallisation von unterkühlten Schmelzflüssen*. Der Vortragende ist durch statistische Untersuchungen über die Zahl der Kristallisationszentren, die unter wechselnden Bedingungen aus unterkühlten Schmelzflüssen entstehen, zu folgenden Schlüssen geführt worden. Nach vollendetem Schmelzprozeß enthält der Schmelzfluß noch Bruchstücke von „Primitivkristallen“ („anisotrope Molekeln“ nach G. Tammann), die bei der Abkühlung sich verhältnismäßig leicht zu vollständigen Primitivkristallen ergänzen und somit Kristallisationszentren („Kerne“) liefern. Da der Schmelzpunkt mit der Teilchengröße sinkt, wird die Größe des auslösenden Kristallkeims mit zunehmender Unterkühlung immer kleiner und schließlich mit dem „Raumgitterelement“ identisch werden. (F. W. Küster.) Durch längeres Erhitzen auf höhere Temperatur werden jene Bruchstücke zerstört und somit die Unterkühlung begünstigt. Von großem Einfluß sind die Grenzflächen; oft treten Kristallisationszentren immer wieder an ganz bestimmten Stellen des Systems auf. Durch lokale Druckwirkung oder durch Scherung kann bei vielen Stoffen mit Sicherheit die Kristallisation eingeleitet werden. Die Kernzahl weist bei zahlreichen Substanzen ein breites Temperaturmaximum auf, das sich über ein Intervall von 50 Grad und mehr erstrecken kann. Ein deutlicher Einfluß der Atomzahl, der Form und Struktur der Molekel, des Sättigungszustandes, des Assoziationsgrades u. a. konnte bisher nicht erkannt werden.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 37.

13. September 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1917. Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.* S. 541.

Die Sichtbarkeit von Unterseeboten und Minenfeldern vom Flugzeug aus. Von *Dr. Felix Jentzsch-Graefe, Gießen.* S. 546.

Besprechungen:

Trier, G., Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus. Autoreferat. S. 548.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Von *E. Ulbrich, Berlin-Dahlem.* S. 549.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Abessinien. Karte des Türkisch-Aegyptischen Grenzgebietes. S. 549.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten: Hundert Jahre Psychiatrie. Lehm als Nahrungsmittel. Die chemischen Wasserreinigungsmethoden. Der Vorgang des Fließens im gepreßten Messingblock beim hydraulischen Spritzen von Stangen. S. 551—554.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft: 1917, Bd. 35, 1. Generalversammlungsheft und H. 10; 1918, Bd. 36, H. 1 und 2. S. 354.



Die bewährte
Drahtlampe

Osram

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfrat 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Einführung in die medizinische Optik

Von

Dr. A. Gleichen

Kaiserl. Rechnungsrat, Mitglied des Patentamtes
Privatdozent an der Technischen Hochschule
zu Berlin

Mit 102 Textfiguren. 1904.

Preis M. 7.—

Hierzu Teuerungszuschlag

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

13. September 1918.

Heft 37.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichs- anstalt im Jahre 1917.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Karl Scheel,
Berlin-Dahlem,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Wie alljährlich wurde auch für das Jahr 1917 dem Kuratorium der Reichsanstalt ein umfangreicher Bericht über die Tätigkeit der Anstalt erstattet, der wie üblich nunmehr in der Zeitschrift für Instrumentenkunde (38, S. 59—65, 81—88, 94—106, 1918) im Auszug abgedruckt ist. Der Bericht stellt eine Zunahme der Prüfungstätigkeit fest, die zum größten Teil durch die Erfordernisse des Krieges verursacht ist. Demgegenüber tritt der wissenschaftliche und wissenschaftlich-technische Betrieb natürlich sehr zurück, weil etwa die Hälfte der wissenschaftlichen Beamten der Anstalt zum Heeresdienst einberufen ist. Immerhin haben die der Reichsanstalt noch verbliebenen Beamten trotz ihrer Beanspruchung durch das Prüfungsgeschäft noch zu einigen besonderen Arbeiten Zeit gefunden, über die im folgenden berichtet werden soll.

Zuvor sei noch bemerkt, daß eine *Metallkommission* aus Beamten der Anstalt gebildet worden ist mit dem Auftrage, über Fragen, welche Metalluntersuchungen betreffen, zu beraten und zu berichten. Die Kommission hat sich zunächst mit der *Untersuchung von gezogenen Zinkdrähten* beschäftigt und sich sodann einem anderen Ersatzstoff für Kupfer, nämlich dem *Aluminium* zugewandt. In Verbindung mit dem Elektrotechnischen Verein, der einen Unterausschuß für die Untersuchung von Ersatzstoffen aus den Kreisen der Erzeuger und Verbraucher einsetzte, wurde für die Reichsanstalt als Arbeitsplan die Untersuchung der mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften der im Handel vorkommenden Aluminiumsorten vorbereitet. Hand in Hand soll damit die chemische Analyse der Proben gehen, an die sich Versuche zur Ausbildung besserer Reinigungsmethoden des Metalls anschließen.

Abteilung I für Optik.

Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen in Gasen.

Die Versuche mit Bromwasserstoff wurden auf Jodwasserstoff ausgedehnt, der nach einer von *Bodenstein* benutzten Methode hergestellt wurde, bei welcher Jod mit Wasserstoff an Platinasbest in hoher Temperatur zur Verbindung gebracht wird. Eine Schwierigkeit der Versuchsanordnung

bestand darin, daß von dem in der Zersetzungs- zelle freigemachten Jod etwas an den Glaswänden, an denen es vorbeistrich, absorbiert wurde. Die Beseitigung dieser wichtigen Fehlerquelle gelang, indem man die Zersetzungs- zelle, sowie alle Röhrenleitungen bis zum Eintritt des Gases in die Absorptionsflüssigkeit aus Quarzglas bildete. Die so veränderte Apparatur lieferte befriedigende Ergebnisse. Zur Prüfung des *Einsteinschen Äquivalentgesetzes* ist Jodwasserstoff noch besser als Bromwasserstoff geeignet, besonders weil die Absorption des Jodwasserstoffs im Ultraviolett größer ist und sich bis zu längeren Wellen erstreckt.

Prüfungen von radioaktiven Präparaten.

Die Zahl der Prüfungen radioaktiver Präparate ist gegenüber dem Vorjahr infolge ausgedehnter Verwendung von radioaktiver Substanz zur Herstellung von Leuchtmassen beinahe um das Doppelte gestiegen. Es wurden 105 Präparate geprüft, deren Gesamtgehalt 2169 mg Radiumelement entsprach.

Photometrische Prüfungen.

Unter den Prüfungen wird besonders die Dauerprüfung von 12 *Kohlefadenlampen* (zu 220 V, 16 HK) hervorgehoben, welche bei vorgeschriebener Außentemperatur (etwa 35°) unter Benutzung von Gleichstrom bis zu einer Abnahme der Lichtstärke um 25 % des Anfangswertes gemessen werden sollten. Während 7 Lampen schon in den ersten 75 Brennstunden diese Abnahme zeigten, war die Prüfung der übrigen 5 Lampen erst in der Zeit von 1500 bis 2000 Brennstunden beendet. Die Lampen verbrauchten anfangs durchschnittlich 4,2 Watt auf 1 HK mittlere Lichtstärke senkrecht zur Lampenachse.

25 *Zwerglampen*, von denen eine Firma 15 Stück, eine andere 10 Stück eingesandt hatte, wurden in derselben Weise wie in früheren Jahren geprüft. Die erstgenannten 15 Lampen waren schon innerhalb der ersten 71 Brennstunden durchgebrannt. Die Anfangslichtstärke in der Richtung der Lampenachse betrug durchschnittlich 1,3 HK; nach 5 Brennstunden ergab sich im Durchschnitt die mittlere räumliche Lichtstärke zu 0,52 HK; der Verbrauch auf 1 HK mittlere räumliche Lichtstärke zu 1,2 Watt. Bei der zweiten Reihe waren beim Abbrechen der Prüfung nach 190 Brennstunden noch 8 Lampen brauchbar; die beiden anderen waren nach 17 bzw. 36 Brennstunden erloschen. Die gefundenen Werte waren 0,64 HK als Anfangslichtstärke, 0,26 HK als mittlere räumliche Lichtstärke und 2,0 Watt als Verbrauch auf 1 HK.

Von zwei aufrechtstehenden *Gasglühlichtbrennern* war der eine ein normaler Auerbrenner, der andere ein Brepner besonderer Konstruktion. Bei 125 Liter stündlichem Gasverbrauch und 40 mm Wasserhöhe Gasdruck besaßen beide die gleiche mittlere horizontale Lichtstärke.

Ein zur Prüfung eingereichtes *Webersches Photometer* wurde auf selektives Verhalten der ihm beigegebenen, nach Weber mit Nr. 3 bezeichneten Milchglasplatte untersucht. Die Konstante C_3 (nach Weberscher Bezeichnung), mit der man das Quadrat des Verhältnisses der Abstände der beiden Lichtquellen von ihren zugehörigen Schirmen zu multiplizieren hat, ergab sich für das Licht einer Halbwattlampe zu rund 1,8 und stieg, als das Licht durch Einschalten von bläulichen Gläsern allmählich stärker gefärbt wurde, mit zunehmendem Gehalt an blauem Licht auf rund 1,9 an.

Leuchtmittelsteuergesetz.

Für Steuerbehörden sind im Berichtsjahr seitens der Reichsanstalt nur 24 Metallfaden- und 36 Kohlefadenlampen geprüft worden. Auch bei den Elektrischen Prüfämtern war die photometrische Prüftätigkeit für Steuerzwecke gering. Von 4 Prüfämtern wurden in der Zeit vom 1. Mai 1916 bis 30. April 1917 im ganzen 77 Metallfadenlampen untersucht. Von den übrigen 3 Prüfämtern sind derartige Prüfungen nicht ausgeführt worden.

Dioptrische Prüfungen.

Verhältnismäßig stark wurde die Reichsanstalt durch dioptrische Prüfungen in Anspruch genommen, besonders insofern, als bei mehreren die höchste erreichbare Genauigkeit verlangt wurde. Gegenstände der Prüfung waren: 4 Glassorten, 2 Meßkeile aus Glas, 1 rechtwinklig, gleichschenkeliges Glasprisma, 1 Steinsalzprisma, 1 Quarzprisma, 1 Polarisationsprisma aus Kalkspat, 1 photographisches Objektiv, 2 Fresnel-Linsen und 2 Glasprismen besonderer Konstruktion, die letztgenannten auf ihre Brauchbarkeit als Richtmittel für Blinkgeräte.

Abteilung II für Elektrizität.

Starkstromlaboratorium. Prüfungstätigkeit.

Geprüft wurden Meßapparate für Gleichstrom und Wechselstrom, für Spannung und Stromstärke, Leistung, Arbeit und Frequenz, ferner Vorschaltwiderstände und Nebenschlußwiderstände, Strom- und Spannungswandler, Strommesser für Hochfrequenz, Wellenmesser, Kondensatoren und Induktionen, endlich Isolationsmaterialien, Kabel- und Drahtleitungen. — Die Prüfungsarbeiten betrafen zum überwiegenden Teile unmittelbaren oder mittelbaren Kriegsbedarf.

Hinsichtlich der Zahl der Elektrischen Prüfämter ist keine Änderung eingetreten. Die Prüfbefugnis des Prüfamts 4 in Nürnberg wurde erweitert: für Gleichstrom bis 1000 V und bis 600 A, für Wechsel- und Drehstrom bis 24 000 V und bis 400 A. — Der Bericht gibt eine ziffern-

mäßige Übersicht über die Prüfungstätigkeit der einzelnen Ämter, unter denen München bei weitem am meisten beschäftigt war.

Im Berichtsjahr wurden 2 vorläufige Zulassungen von Kriegszählersystemen ausgesprochen, nach erledigter Ergänzungsprüfung wurden 3 vorläufige Zulassungen in endgültige verwandelt. Ferner wurden 4 Kriegszählersysteme, ohne vorhergehende vorläufige Zulassung, nach erledigter Prüfung endgültig zugelassen. — Die angemeldeten Kriegszählersysteme waren sämtlich für Wechsel- und Drehstrom bestimmt.

Vibrationsgalvanometer.

Ein im vorjährigen Bericht genanntes Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Resonanzabstimmung für 8 bis 65 und 30 bis 160 per/sek. wurde verbessert. Das Instrument wurde mit einer Schutzkappe aus Eisen oder aus legiertem Blech bedeckt und konnte dann auch in der Nähe von Transformatoren oder starken Wechselstrom (1000 A) führenden Leitungen ohne Störung benutzt werden. Das Instrument erwies sich als sehr bequem bei der Systemprüfung von Strom- und Spannungswandlern, bei welcher Messungen bei mehreren vorgeschriebenen Frequenzen des Wechselstroms vorgenommen werden mußten.

Neuerdings ist nun auch ein Vibrationsgalvanometer für höhere Frequenzen ausgebildet worden, das im Bericht kurz beschrieben wird. Durch Veränderung der Gleichstromstärke läßt sich an dem Instrument eine Resonanzabstimmung in dem Frequenzbereich 70 bis 420 per/sek. vornehmen. Bei hintereinandergeschalteten Spulen beträgt für 10^{-6} A Wechselstrom und Resonanzabstimmung die Spaltverbreiterung bei objektiver Ablesung in 1 m Skalenabstand 12 bis 3 mm, und zwar abnehmend mit zunehmender Frequenz. Die Dämpfung betrug dabei $\frac{1}{2}$ bis 1 %. Das beschriebene Vibrationsgalvanometer reicht mit der Empfindlichkeit nicht an das Telephon heran, es hat aber vor diesem den Vorzug, daß es nur empfindlich ist gegen die Grundschiwingung, aber sehr unempfindlich gegen die Oberschwingungen, während beim Telephon häufig das Umgekehrte der Fall ist; ferner ist es weniger anstrengend, das Abnehmen der Bildverbreiterung mit dem Auge wahrzunehmen, als die Abnahme des Tones mit dem Ohre, namentlich an nicht ganz ruhigen Orten.

Schwachstromlaboratorium.

Außer seinen laufenden Prüfungen hat das Schwachstromlaboratorium im Auftrage der Metallkommission der Reichsanstalt von einer Anzahl Zinkdrahtsorten den spezifischen Widerstand und seinen Temperaturkoeffizienten bei 20° gemessen. Die Drähte waren von 9 bzw. 7 mm Durchmesser auf 3 bis 1 mm heruntergezogen. Nach einer ersten Messung wurden sie dann mehr als 300 Stunden einer über der Kristallisationsgrenze liegenden Temperatur ausgesetzt und abermals gemessen. Die Änderungen sind nicht erheblich.

Magnetisches Laboratorium.

Die Zahl der Prüfungen hat sich gegen das Vorjahr etwa verdoppelt, wenn auch die Zahl der in den letzten Friedensjahren ausgeführten Prüfungen bei weitem noch nicht erreicht wurde.

Unter den wissenschaftlich-technischen Untersuchungen wird eine Bestimmung der Abhängigkeit des Temperaturkoeffizienten der Stabmagnete vom Dimensionsverhältnis erwähnt. Es ergab sich dabei durch fortschreitende Verkürzung eines 0,6 cm dicken Probestabes von 22 cm auf etwa 2,4 cm Länge eine ständige Zunahme des mittleren Temperaturkoeffizienten zwischen 20° und 100° von 2,4 % bis auf 4,2 %. Auch die Koerzitivkraft ist vom Dimensionsverhältnis nicht ganz unabhängig. Durch wiederholte Verkürzung eines 0,9 cm dicken Probestabes von 33 cm bis auf 6 cm Länge ergab sich, daß die magnetometrische Bestimmung der Koerzitivkraft an zylindrischen Stäben bis etwa zum Dimensionsverhältnis $l/d = 10$ innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler (1 bis 2 %) einwandfrei ist, bei noch geringerem Dimensionsverhältnis dagegen etwas zu niedrige Werte zu liefern scheint.

Abteilung III für Wärme und Druck.

Platinthermometer.

Um zu prüfen, ob bei der neuen Anordnung des Platindrahts auf Porzellankörpern (vgl. den vorjährigen Bericht) jede Verunreinigung des Metalls unterbleibt, wurden Drahtstücke, frei an der Luft gestreckt, bei den verschiedensten Temperaturen gegläht und jedesmal auf ihren Temperaturkoeffizienten zwischen 0 und 100° untersucht. Es ergab sich, daß der Widerstand hartgezogener Drähte von 0,1 bis 0,2 mm Durchmesser bei diesem Verfahren bis zu einem Grenzwert abnimmt und der Temperaturkoeffizient zunimmt, solange die Glühtemperatur 1000° nicht überschreitet. Darüber hinaus wächst der Widerstand, hauptsächlich wegen der Zerstäubung, und der Temperaturkoeffizient nimmt, wenn auch verhältnismäßig weniger, ab. Dasselbe Verhalten zeigen die Widerstände des Platinthermometers, die auf Porzellankreuzen gewickelt und durch Porzellanrohre geschützt sind. Auf Glimmer gewickelter Draht hält sich bei der Erhitzung nicht so rein; ebenso scheinen Schutzrohre aus Glas, selbst aus solchem von hohem Schmelzpunkt, eine geringe Änderung des Drahtes zu bewirken. — Für die Verwendung des Platinthermometers folgt aus diesen Versuchen, daß man bis zu 1000° damit messen kann, ohne daß bei vorsichtigem Gebrauch Änderungen der Konstanten des Instruments zu befürchten sind. Als höchster Fixpunkt käme also der Schmelzpunkt des Silbers in Frage.

Zustandsgleichung der Luft.

Aus einer von Planck angegebenen partiellen Differentialgleichung läßt sich eine Zustandsgleichung der Luft ableiten, wenn der integrale Thomson-Joule-Effekt für Drosselung auf den

Druck $p = 0$ als Funktion des Anfangsdruckes p und der Anfangstemperatur T und eine Isotherme im p, v , p -Diagramm zur Bestimmung der bei der Integration nach T auftretenden willkürlichen Integrationsfunktion gegeben ist. Eine solche Gleichung wird veröffentlicht.

Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungen erstrecken sich wieder auf Glästhermometer, auf elektrische und optische Thermometer, Instrumente zur Druckmessung, Apparate zur Untersuchung des Erdöls, auf Verbrennungskalorimeter und auf Legierungsringe für Dampfkessel-Sicherheitsapparate. Außerdem wurden Messungen der Wärmeausdehnung und des Wärmeleitvermögens von Isoliermaterialien ausgeführt. — In den unter der Kontrolle der Reichsanstalt stehenden Prüfungsanstalten wurden in Ilmenau 546 402 (im Vorjahre 380 924) ärztliche und 1657 (im Vorjahre 1240) andersartige; in Gehlberg 235 326 (im Vorjahre 145 721) ärztliche Thermometer geprüft. An beiden Stellen ist also eine gewaltige Zunahme zu verzeichnen.

Hochschmelzbares Thermometerglas.

Auf Grund der im vorjährigen Bericht erwähnten Untersuchungen sind von einer Firma Thermometer aus Supremaxglas hergestellt, die jetzt bei den Temperaturen 500°, 600°, 650° mit Thermoelementen verglichen wurden. Die Korrekturen der verschiedenen Thermometer bleiben durchweg unterhalb 5°.

Thermoelemente.

Die Notwendigkeit, auch mit Platinmetallen sparsam umzugehen, hat die Technik dazu geführt, der Herstellung von Thermoelementen aus unedlen Metallen erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen. Mehrere solche Elemente haben der Reichsanstalt zur Untersuchung vorgelegen. Die Messung an diesen Elementen sowie frühere Erfahrungen geben folgende Richtlinien: Thermoelemente mit einem Eisenschenkel (Konstantan-Eisen, Nickel-Eisen) sind nur bis 800°, Elemente mit einem dünnen freien Nickeldraht an der Luft längere Zeit im allgemeinen nur bis 1100° brauchbar und werden künftig von der Reichsanstalt auch nur bis zu diesen Temperaturen geprüft werden. Eine Ausnahme bilden bis jetzt nur Elemente aus je einem 3 mm starken Nickel- und Nickelchromdraht, die bis 1200° benutzt werden dürfen. Thermoelemente aus Nickel und Kohle, bei denen der Nickeldraht durch ein konzentrisches Kohlerohr geführt und dadurch gegen Oxydation geschützt ist, können zu länger dauernden Messungen bis 1200°, bei kürzerem Gebrauch bis 1250° zugelassen werden.

Ausdehnung von Glaskörpern aus derselben Schmelze.

Von einem vom Glaswerk Schott & Gen. in Jena hergestellten Glase 1801 c III standen Röhren (Gasglühlichtzylinder) von etwa 5 cm Durch-

messer und etwa 5 mm dicke Stäbe, die sämtlich aus demselben Schmelzofen gezogen waren, zur Verfügung. Von den Röhren wurden 2 je 15,3 mm hohe Ringe im Fizeauschen Apparat, von den Stäben drei etwa 22 cm lange Stücke im Quarzglasrohr gemessen. Zwischen 14 und 100° ergaben beide Ringe übereinstimmend die Ausdehnungskoeffizienten $4,0 \cdot 10^{-6}$, die drei Stäbe Werte von 4,2 bis $4,3 \cdot 10^{-6}$. Die Unterschiede sind von derselben Größenordnung, wie sie zwischen Stäben und Dilatometern bestanden, die aus Lampenzylindern dreier anderer Glasarten geformt waren (vgl. den Tätigkeitsbericht für 1915).

Ausdehnung in hoher Temperatur.

Für die Messungen in höherer Temperatur nach der Fizeauschen Methode wurde ein kleines Öfen neu gebaut. Es besteht aus einem 5 cm weiten, 14 cm langen, vertikal auf einer Schieferplatte stehenden Porzellanrohr, das außen und innen mit einer 0,1 mm dicken Platinhaut bekleidet ist. Die Platinbelegungen sind am oberen Ende des Porzellanrohres miteinander verschweißt, am unteren Ende sind sie mit Silberringen verbunden, denen der Heizstrom durch angeschweißte Laschen zugeführt wird. Der durch Asbesthüllen gegen Wärmeverluste geschützte Ofen läßt sich schnell anheizen und mit etwa 55 Amp. dauernd auf 500° konstant halten. — Als Grundlage aller weiteren Messungen wurde die Ausdehnung des Quarzglasringes der Reichsanstalt bis 500° bestimmt. Der mittlere Ausdehnungskoeffizient α ergab sich zwischen 20 und 500° $\alpha = 0,62 \cdot 10^{-6}$; für denselben Ring war früher zwischen 0 und 100° $\alpha = 0,47 \cdot 10^{-6}$ ermittelt worden. An anderem Material fanden *Holborn* und *Henning* zwischen 0° und 1000° $\alpha = 0,54 \cdot 10^{-6}$. — Mit Hilfe des Quarzglasringes wurde dann die Ausdehnung des hochschmelzbaren Thermometerglases 1565 III (Supremaxglas)

zwischen 20 und 270° $\alpha = 3,73 \cdot 10^{-6}$

„ 20 „ 510° $\alpha = 4,07 \cdot 10^{-6}$

gemessen gegenüber dem früher im Intervall 16 bis 100° gefundenen Wert $\alpha = 3,21 \cdot 10^{-6}$. — Als Ausdehnungskoeffizient einer Aluminiumprobe, die 0,7 % Verunreinigungen enthielt, wurde zwi-

schen Zimmertemperatur und 100° $\alpha = 23,6 \cdot 10^{-6}$ gemessen.

Elektrisch geheizte Öfen für die Thermometerprüfung.

In dem im vorigen Bericht erwähnten Luftbade, das durch ein Silitrohr und drei Zusatzwickelungen elektrisch geheizt wird und das für Temperaturen zwischen 500° und 700° bestimmt ist, wurde in 30 bis 40 cm hohen Schichten eine hinreichende Gleichmäßigkeit der Temperatur von $\pm 3^\circ$ erzielt. Ferner wurde ein elektrisch geheiztes Salpeterbad durch Anbringung einer Bodenheizung wesentlich verbessert.

Vakuummantelgefäße aus Porzellan.

Die Fabrikation der Vakuummantelgefäße aus Porzellan, zu welcher die Reichsanstalt die Wege gewiesen hatte (vgl. Tätigkeitsbericht für 1915) hat inzwischen die Kgl. Porzellan-Manufaktur in großem Maßstabe aufgenommen. Um die Brauchbarkeit der Porzellangefäße mit derjenigen von Glasgefäßen zu vergleichen, wurden gelegentlich einige Messungen angestellt. Untersucht wurden 1. ein Porzellangefäß mit Vakuummantel, versilbert, Inhalt etwa 2½ Liter; 2. ein ebensolches Porzellangefäß mit offenem Luftmantel; 3. ein versilbertes Glasgefäß mit Vakuummantel, Inhalt 2 Liter. — Die Gefäße 1. und 3. wurden zunächst ganz mit flüssiger Luft gefüllt und die stündlich verdampfende Menge durch Wägung gemessen. Es ergab sich: Die auf die Masseneinheit gerechnete verdampfende Luftmenge ist im Porzellangefäß kleiner als im Glasgefäß. Sie nimmt bei dem vollen Porzellangefäß zunächst etwas ab, ist nahezu konstant (28 g/kg. st.), wenn die Füllung von $\frac{3}{4}$ auf $\frac{1}{2}$ abnimmt, und steigt bei weiterer Abnahme der Füllung wieder an. Im Glasgefäß ist die verdampfende Menge fast bis zur halben Füllung konstant (40 g/kg. st.); dann steigt sie auch hier an. Die während der Periode konstanter Verdampfung erhaltenen Zahlen sind der untenstehenden Tabelle zugefügt. — Alle drei Gefäße wurden dann mit Wasser gefüllt und dauernd auf 90 bzw. 50° gehalten. Die abgegebene Wärmemenge wurde durch elektrische Energie ersetzt. Dabei ergab sich:

	Badtemperatur	Umgebungs- temperatur	Wärmeverlust	
Porzellangefäß mit Vakuummantel	90°	18°	0,235 $\frac{\text{Watt}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$	0,056 $\frac{\text{g-Kal.}}{\text{kg sec}^\circ\text{C}}$
	50	18	0,157 „	0,037 „
	— 190	18	— 0,0079 „	— 0,0019 „
Porzellangefäß mit Luftmantel	90	18	0,403 $\frac{\text{Watt}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$	0,096 $\frac{\text{g-Kal.}}{\text{kg sec}^\circ\text{C}}$
	50	18	0,326 „	0,078 „
	— 190	18	—	—
Glasgefäß mit Vakuummantel	90	18	0,169 $\frac{\text{Watt}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$	0,040 $\frac{\text{g-Kal.}}{\text{kg sec}^\circ\text{C}}$
	50	18	0,084 „	0,020 „
	— 190	18	— 0,0112 „	— 0,0027 „

In Badtemperaturen oberhalb 0° isoliert also das Glasgefäß besser als das Porzellengefäß, während bei der Temperatur der flüssigen Luft das Porzellengefäß dem Glasgefäß überlegen ist.

Viskosimeter mit Zehntelgefäß.

Für sehr zähflüssige Öle kommen neuerdings Englersche Viskosimeter mit einschraubbarem Gefäß vom zehntel Querschnitt des Hauptgefäßes in den Handel. Die Apparate sind geprüft und für die Zwecke der technischen Öluntersuchung brauchbar befunden worden.

Chemisches Laboratorium.

Verwitterbarkeit des Glases.

Die Verwitterbarkeit des Glases wurde auf Antrag an 22 optischen Glasarten und an Wasserstandsglasplatten untersucht. Das Wasserstandsglas wurde in Form von Glaspulver von reinem Wasser stärker angegriffen als von Kesselwasser bei 80°, was auf den Gehalt des letzteren an neutralen Salzen zurückgeführt wird, welche der hydrolytischen Auflösung des Glases entgegenwirken.

Störungen in Dosenlibellen.

In größeren Dosenlibellen aus Glas, deren Alkoholfüllung unter Kautschukdichtung mit einer Messingfassung in Verbindung stand, waren während einer längeren Benutzung körnige Ausscheidungen entstanden, welche die Gebrauchsfähigkeit der Vorrichtung hinderten. Die Untersuchung ergab als Ursache das chemische Zusammenwirken von Kautschuk, Alkohol und Messing, wodurch basische Zink- und Kupferverbindungen erzeugt worden waren. Diese Reaktion erinnert an die vor 30 Jahren vielfach in Röhrenlibellen mit Ätherfüllung bemerkten, aus Alkaliverbindungen bestehenden Ausscheidungen, welche auf die Hydrolyse des minderwertigen Glases zurückgeführt wurden. Den beiden ähnlichen Erscheinungen liegen also verschiedene Ursachen zugrunde.

Normierte Metalle.

Neuerdings wurden von der Firma Kahlbaum auch Blei und Cadmium in hoher Reinheit hergestellt, um als „normierte Metalle“ wissenschaftlichen Zwecken zugänglich gemacht zu werden. Die Charakterisierung durch die Reichsanstalt ergab als Verunreinigungen: *Blei*: 0,0014 % Cu, 0,0017 % Cd, Spuren von Zn, Fe, As; *Cadmium*: 0,005 % Pb, Spuren von Zn und Fe. — Leider sind die Bestände dieser beiden normierten Metalle bei dem Brande der Kahlbaumschen Fabrik verloren gegangen.

Aluminium.

Versuche über die Reinigung des technischen Aluminiums sind im Gange. Zu diesem Zweck bedürfen die Gefüge-Bestandteile desselben einer eingehenden Untersuchung. — Um die Förderung dieser wichtigen Frage haben sich die Elektrometallurgischen Werke Horrem in Frankfurt a. M. und insbesondere das Aluminiumwerk zu Rummelsburg durch mannigfache dort in großem Maß-

stabe vorgenommene Schmelzoperationen verdient gemacht. So wurde dort z. B. in Gemeinschaft mit der Reichsanstalt festgestellt, daß bei sehr langsamer Erstarrung einer geschmolzenen Aluminiummasse im Tiegel von außen nach innen die Porosität des Metalls in derselben Richtung zunimmt; im Zentrum entsteht gewöhnlich ein größerer Hohlraum. In den einzelnen Zonen zeigt das Metall sehr erhebliche Schwankungen im Gehalt der Verunreinigungen (z. B. von 0,9 bis 2 %), welche auf die Verschiedenheit der Kristallisationsbedingungen zurückzuführen sind.

Präzisionsmechanisches Laboratorium und Werkstatt.

Herstellung von Normalstimmgabeln.

Von 66 zur Prüfung eingesandten Stimmgabeln verschiedener Tonhöhe konnten nur 16 Gabeln an bereits vorhandene Normale relativ durch Schwebungen angeschlossen werden. Für alle anderen mußten erst neue Normalgabeln geschaffen werden. Die Bestimmung der Normalgabeln erfolgte dabei nicht durch graphische Vergleichung ihrer auf dem Trommelchronograph aufgenommenen Wellen mit den gleichzeitig aufgezeichneten Sekundenintervallen einer Normaluhr, sondern mit dem Wellenzug einer zweiten gut bekannten Schreibgabel von ungefähr 435 Schwingungen (Schwingungszahl des internationalen Stimmtons). Für jede Soll-Tonhöhe wurden zwei wenig von einander verschiedene, mit einander schwebende Normalgabeln hergestellt. Dies ermöglicht gleichzeitig für die Zukunft eine gute Überwachung der Unveränderlichkeit der Gabeln, sowie einen bequemen Anschluß zur Prüfung eingesandter Gabeln. — Das Laboratorium verfügt jetzt über eine fast lückenlose Reihe von doppelten Normalgabeln — sog. Differenzgabeln — von 50 bis 2000 Doppelschwingungen in der Sekunde, ansteigend von 50 zu 50 Schwingungen, sowie über einen doppelten Satz (24 Stück) sog. Frequenzgabeln von $\frac{2500}{2\pi}$ bis $\frac{12\,000}{2\pi}$ Schwingungen.

Apparate für Endmaßvergleichen.

Der im vorjährigen Bericht erwähnte Interferenzkomparator für Endmaße ist auf Grund eingehender Benutzung noch weiter verbessert worden. — Um Endmaßprüfungen für technische Zwecke schneller als bisher ausführen zu können, wurde zum Ersatz der bisher benutzten Reineckerschen Meßmaschine eine neue Meßmaschine konstruiert, mit welcher die Endmaßvergleichen nur mit dem Fühlhebel, also unter Ausschluß der direkt wirkenden Meßschraube, vorgenommen wird. Diese Vereinfachung ist deshalb statthaft, weil es sich bei den Endmaßprüfungen immer nur um Vergleichung zweier Längen von höchstens 20 μ Unterschied handelt. Die neue Maschine, welche in der Reichsanstalt gebaut wurde, wird beschrieben. Mit ihr ist es möglich, durch bloßes Ablesen der Fühlhebelteilung Längenunterschiede von 0,2 μ augenblicklich schätzungsweise

festzustellen. Bei Benutzung des Okularmikrometers sind schnelle Vergleichen mit einer Unsicherheit von $\pm 0,1\mu$ ohne Schwierigkeit erreichbar.

Gewindeprüfungen.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat sich damit einverstanden erklärt, daß das von ihr eingeführte *Loewenherz*-Gewinde mit dem vom Normenausschuß der deutschen Industrie vorgeschlagenen System International verschmolzen werde. Das soll dergestalt erfolgen, daß an Stelle der *Loewenherz*-Schrauben von 6 bis 10 mm Durchmesser die entsprechenden S.-I.-Gewinde gleicher Dicke treten, während von 6 mm abwärts die Durchmesser-Abstufungen, sowie die Ganghöhen des *Loewenherz*-Gewindes beibehalten werden, dagegen ihr Profilwinkel — $54^\circ 8'$ — auf den Betrag des S.-I.-Profilwinkels — 60° — normiert wird. — Die Reichsanstalt hat sich bereit erklärt, die beiden Einheitsgewinde laufend zu prüfen und zu überwachen. Die Einrichtungen für diese Arbeiten sollen schon jetzt beschafft werden.

Richtmaße für Brillengläser und Brillenfassungen.

Die Vereinigung der Fabrikanten und Großhändler optischer Artikel e. V. (Sitz Berlin) hat durch einen Ausschuß Richtmaße für Brillengläser und deren Fassungen festgelegt, um die Austauschbarkeit ohne das bisher notwendige umfangreiche Nachschleifen der Gläser zu sichern. Die Vereinigung hat an die Reichsanstalt den Antrag gerichtet, die laufende Prüfung dieser Richtmaße zu übernehmen; diesem Antrag ist stattgegeben worden. In Frage kommen zunächst 5 ovale und 6 runde Scheiben für flachrandige Gläser, im ganzen also 22 Richtmaße, deren Abmessungen sich in Absicht der Exportmöglichkeit für unsere Brillenindustrie an die entsprechenden amerikanischen Standardmaße anlehnen.

Die Sichtbarkeit von Unterseebooten und Minenfeldern vom Flugzeug aus.

Von Dr. Felix Jentzsch-Graefe, Gießen.

Es ist schon seit langem bekannt, daß man von einem Luftschiffe aus auf den Grund von seichten Binnengewässern blicken, daß man am Meere in der Uferregion die Unebenheit des Bodens viel weiter hinaus verfolgen kann, als dies bei geringer Höhe, etwa von einem Leuchtturm oder gar von einem kleinen Boot aus möglich ist. Schon vor dem Kriege haben viele Berichte über Freiballonfahrten und von Flugzeugführern das bestätigt. Im Kriege ist nun diese Erfahrung zu erheblicher praktischer Bedeutung gelangt. So las man vor einigen Jahren, daß Italien einen großzügigen Überwachungsdienst im Ligurischen Meer eingerichtet haben soll, wo besonders der ganze Golf von Genua dauernd von Luftschiffen und Flugzeugen beobachtet werden sollte. Neuer-

dings werden auch die englischen Geleitzüge von Fesselballonen und Flugzeugen bewacht.

So allgemein bekannt auch diese Erscheinung ist, so wenig ist über die Ursachen dieser größeren Einblicktiefe bekannt und so wenig genügen die verbreiteten und einfachen Erklärungsversuche strengeren Ansprüchen.

Am häufigsten hört man die Meinung äußern, daß die Reflexe auf dem Wasser, der sogenannte „*Oberflächenglanz*“ verschwindend gering würden, wenn man senkrecht auf das Wasser sieht, während bei schrägem Einblick das an der Oberfläche gespiegelte Himmelslicht so außerordentlich viel stärker wäre als das aus der Tiefe kommende Licht, daß dadurch allein jeder Einblick verhindert wird. Vom Luftschiff aus aber könne man viel „senkrechter“ auf das Meer blicken, als anderswoher. Das alles ist natürlich richtig, — aber das eigentlich Neue und zunächst Unerklärte liegt ja vielmehr darin, daß man in *größerer Höhe* mehr sehen soll wie in *geringerer Höhe*.

Betrachten wir obigen Erklärungsversuch zunächst einmal näher, so wird immerhin manchem überraschend sein, daß ein Anwachsen des Oberflächenlichtes überhaupt erst bei ziemlich großen Einfallswinkeln eintritt. So beträgt z. B. der *Reflexionskoeffizient* von Wasser bei senkrechtem Einblick 2,0 %, bei 45° erst 2,8 %, bei 60° auch nur 6,0 %, bei 75° bereits 21 %, um dann sehr schnell bis auf 100 % anzuwachsen. Schon aus diesen Zahlen ergibt sich, daß der *Oberflächenglanz* nur dann stört, wenn man unter größeren Winkeln als etwa 45° auf das Wasser blickt.

Außerdem wird das Licht bei der Spiegelung teilweise *polarisiert*. Es ist nun ein bekanntes Hilfsmittel für Seebeobachtungen, das bereits vor 80 Jahren von dem Franzosen *Arago* angegeben wurde, daß man durch ein Nicol oder eine Turmalinscheibe, wenn beide in richtiger Weise gedreht werden, den *Oberflächenglanz* zum größten Teil ausschalten kann. Die Berechnung zeigt, daß man bei Anwendung einer solchen „*Polarisationsbrille*“ den *Oberflächenglanz* auch bei größeren Winkeln sogar noch geringer machen kann, als ohne Brille bei senkrechtem Einblick. Der Anteil des *Oberflächenglanzes*, der durch eine solche Vorrichtung *nicht* beseitigt werden kann, beträgt nämlich bei 70° erst 2,4 %.

Man sieht aus diesen Zahlen, daß die landläufige Erklärung für die vergrößerte Einblicktiefe von Luftschiffen aus keineswegs stichhaltig ist. Der *Oberflächenglanz* hängt in seiner Stärke nun außer von der Reflexionsfähigkeit natürlich in erster Linie von der Helligkeit derjenigen Flächen ab, die aus der Richtung des reflektierten Seestrahles strahlen. Das ist in der Natur oft wesentlicher, als die Veränderung der Reflexion durch Anwachsen des Winkels. Liegt z. B. das Spiegelbild einer einzelnen, hell beleuchteten Wolke gerade in der Blickrichtung, so kann auch unter den günstigsten Verhältnissen ein Einblick schon in geringe Tiefen unmöglich werden. Da

die allgemeine Helligkeit in unseren Breiten meist in der Nähe des Zenits ziemlich gering ist, folgt für nahezu senkrechte Blickrichtungen, die also meist weit ab vom Sonnenspiegelbild liegen, eine verhältnismäßig geringe Störung durch reflektiertes Himmelslicht.

Außerdem kann auch u. U. das Spiegelbild des beobachtenden Luftfahrzeuges selbst günstig wirken; besonders bei großen Motorluftschiffen. Senkrecht unter sich sieht der Beobachter durch das besonders dunkle Spiegelbild der Unterseite seines Standorts hindurch.

Natürlich kommt es nicht nur auf den Kontrast in der Sehrichtung selbst an, sondern auch ganz seitwärts liegende helle Flecke können stark störend wirken, sofern nur überhaupt Licht von ihnen in den Augapfel dringt. Beim Gebrauch optischer Instrumente ist die Einengung des objektiven Gesichtsfeldes aber schon bei ganz schwach vergrößernden Fernrohren völlig ausreichend, um jede Störung dieser Art auszuschließen.

Eine Erklärung für die eigentliche Frage, worin denn nun der Unterschied zwischen der Beobachtung von einem hochfliegenden Luftschiff oder Flugzeug, und der aus niedriger Höhe liegt, ist nicht leicht. Sie kann nur gegeben werden, wenn man auch den Bewegungszustand der Oberfläche in Betracht zieht.

Es ist natürlich klar, daß die senkrechte Blickrichtung aus der Luft herab keineswegs auch senkrecht auf die Wasseroberfläche trifft. Selbst bei sogenannter „spiegelglatter“ See, und seien die Wellen noch so mäßig, kann es vorkommen, daß ein senkrecht nach unten blickender Luftbeobachter Oberflächenlichter erhält, die unter ziemlich großen Winkeln reflektiert sind.

Die Anschauung lehrt sofort, daß, solange man nur einmalige Reflexion voraussetzt, höchstens Reflexionswinkel von 45° auftreten können, dann ist aber die reflektierte Lichtmenge auch erst 2,8 % der einfallenden, also nur wenig mehr als bei senkrechter Reflexion; bei Ausschaltung des polarisierten Anteils sogar weniger als bei senkrechter Sicht. Zieht man zweimalige Reflexion in Betracht, können zwar Winkel bis zu $67\frac{1}{2}^\circ$ auftreten, doch ist in diesem Falle die reflektierte Lichtmenge wegen der doppelten Verluste sogar nur 1,2 %. Im übrigen liegen die unter großen Winkeln reflektierten Strahlen meist ziemlich stark geneigt zur Lotlinie, so daß der Beobachter um so weniger vom Oberflächenglanz gestört wird, je höher er sich befindet. Zu beiden Seiten eines Wellenbergs sieht er je einen hellen Streifen, der mit der Höhe immer schmaler erscheint.

Interessanter ist der *Einfluß der Brechung* auf das Bild eines großen Gegenstandes im Wasser. Zunächst wirkt jede einzelne Welle wie eine Zylinderlinse, und zwar erzeugt das Wellental stets ein verkleinertes, der Wellenberg ein vergrößertes virtuelles Bild. Letzteres nur, solange das Objekt sich nicht tiefer als der vierfache Krümmungsradius der Welle befindet. Liegt das

Objekt tiefer, so entsteht ein reelles, in der Luft schwebendes Bild. In der Nähe dieser Tiefenlage wird also die Erkennbarkeit stark erschwert sein, besonders auch wegen des großen Lichtverlustes, der mit der hier herrschenden starken Vergrößerung verbunden ist. Die stets vorhandene Unruhe der Oberflächenkräuselungen, entstanden aus Interferenz von Wellensystemen sekundärer und höherer Ordnung, wirkt nicht anders als „Polierfehler“ auf den großen Linsen der Hauptwellenzüge. Oft genug freilich ist diese „Politur“ so mangelhaft, die „Linse“ so schlecht, daß man überhaupt kaum noch von einer Linse reden kann. Bekanntlich sind aber in der Optotechnik die Ansprüche an die Güte einer Linse um so kleiner, mit je geringerer Öffnung sie benutzt wird.

In allen in Betracht kommenden Fällen, wo ein Luftbeobachter in die Wassertiefe einblicken will, ist diese Linsenöffnung aber ganz außerordentlich gering. Stets handelt es sich nur um höchstens einige Millimeter, meist nur geringe Bruchteile von Millimetern gegenüber mehreren ganzen Metern in den Dimensionen der „Linse“ selbst. Und zwar ist das zur Abbildung eines Gegenstandes in Anspruch genommene Element der Oberfläche um so kleiner, je näher dieser Gegenstand der Wasseroberfläche ist und je weiter entfernt der Beobachter steht. Das optisch Bemerkenswerte ist nun, daß ein zweiter dem ersten benachbarter Punkt des Objektes zwar auch nur durch ein ganz kleines Element der Oberfläche hindurch abgebildet wird, daß aber diese im allgemeinen ganz anders als das erste liegt. So löst sich das ganze Bild auf in ein Mosaik von Bildelementen von oft recht verschiedenem Abbildungsmaßstab. Die kontinuierlichen Linien des Objektes werden nicht nur stark verändert, gebogen, gezerrt, gedrückt, sondern, da die einzelnen Teile sehr verschiedene Intensität aufweisen, praktisch geradezu zerschnitten. Trotzdem vermag der menschliche Schapparat die Elemente nicht sehr verschiedenen Abbildungsmaßstabes zu einem einheitlichen Bild zusammenzufassen. Das gelingt um so leichter, je weiter ab das Auge ist, je höher also das Luftfahrzeug fliegt, da dann der scheinbare Winkelabstand zusammengehöriger Objektteile kleiner wird. Die Diskontinuitäten bleiben ebenso unterhalb der Beobachtung bzw. der Beachtung, wie die Elemente einer Autotypie. *Der ganze Vorgang gleicht überhaupt in vielen Einzelheiten dem Rasterverfahren der Autotypie. Die wellenbewegte Wasseroberfläche ist eine Rasterplatte.*

Je größer die Wellenlänge der Wasserwogen ist, um so grobkörniger ist die Rasterplatte; — um so höher muß also das Luftfahrzeug schweben, wenn es Gegenstände im Wasser wahrnehmen will. Es gibt für jeden Fall eine günstigste Beobachtungshöhe, oberhalb der die Verschleierung des Einblicks ins Wasser durch die Wellen verhältnismäßig gering wird, während darunter ein Einblick unmöglich ist.

Eine wesentliche Besonderheit beim Einblicken durch eine Wasseroberfläche der Natur ist schließlich noch durch die *Bewegung der Wellen* gegeben, die die einzelnen Bildelemente sich dauernd gegeneinander verschieben läßt. In eine theoretische Erörterung würde natürlich in erster Linie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen eingehen und ihre Richtung relativ zur Eigenbewegung des Beobachters und des U-Bootes. Die Frage ist indes wegen der vielen hineinspielenden psychologischen Momente nicht leicht exakt zu behandeln.

Besprechungen.

Trier, G., Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus. 2 Bände. Berlin, Gebrüder Bornträger, 1917 und 1918. X, 352 und VIII, 352 S. Preis je M. 12,—.

Die Publikation entspricht einer ersten Serie von Vorlesungen über die Alkoholfrage, die der Verfasser seit einigen Semestern an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich hält. Wie der Titel besagt, beschränkt sie sich auf das naturwissenschaftlich Begründbare. Es werden vornehmlich jene Gebiete behandelt, die in der alkoholgegnерischen Literatur bisher vernachlässigt wurden.

Es wurde vielfach behauptet, daß sich in der Alkoholfrage nurmehr wenig Neues sagen lasse. Man hat dabei allein an die moralisch-hygienisch-sozialen Seiten gedacht, die tatsächlich, teils in vielen, meist kleineren Schriften erschöpfend und mit vielen Wiederholungen behandelt worden sind, zum anderen Teil mit dem Fortschritt der physiologischen Forschung nur schrittweise weiter ausgebaut werden können. Dem Verfasser schien es nun, daß man die Ergebnisse naturwissenschaftlicher und insbesondere biochemischer Forschung, die bisher für die Aufklärung über den Alkoholismus kaum herangezogen wurden, nutzbringend verwerten könnte. Soweit man in alkoholgegnерischen Schriften überhaupt vom Wesen der Gärung und des Alkohols sprach, geschah dies in ganz oberflächlicher Weise, da man offenbar aus solchen Kenntnissen keine Waffen gegen den Alkoholismus und die Trinksitten zu formen verstand. Vielleicht hat auch die Schwierigkeit, das Material größeren Kreisen, also nicht besonders Vorgebildeten verstandesgerecht zu machen, von einem derartigen Versuch abgehalten. Die Form von Vorlesungen und die im Kontakt mit den Hörern erworbenen Erfahrungen erleichterten die gestellte Aufgabe. Um die Betrachtungen Gebildeten verschiedenster Geistesrichtung möglichst mühelos verständlich zu machen, war es allerdings erforderlich, vielfach auf elementare Dinge zurückzugreifen. Um die dadurch unvermeidliche Breite der Darstellung nicht zu einer Ermüdung des Hörers oder Lesers werden zu lassen, wurde die sachliche Entwicklung durch reichlich eingestreute, allgemeinere Betrachtungen, durch sprach- und kulturgeschichtliche Glossen, satirische und kritische Zitate und Bemerkungen belebt, wodurch auch der Zusammenhang mit der vulgären Erfahrung hergestellt werden sollte. Selbstverständlich mußte auch jener Teil der naturwissenschaftlichen Grundlagen des „Antialkoholismus“, der bisher fast ausschließlich bearbeitet worden ist und der sich mit den direkten und indirekten Wirkungen der alkoholischen Getränke auf den menschlichen Organismus beschäftigt, eine seiner Bedeutung entsprechende Darstellung erfahren. Er bildet aber doch

nur einen und nicht den beherrschenden Teil der Vorlesungen. Der Leitgedanke derselben liegt vielmehr darin, zu zeigen, wie man die Fortschritte der Naturwissenschaften, von der Heilkunde abgesehen, bis zum heutigen Tage fast gar nicht für die so wichtige Aufgabe der Aufklärung über die natürlichen Ursachen, die zum Alkoholismus führten, deren Erkenntnis und Popularisierung aber auch wieder hinausführen könnten, verwendete; zu zeigen, wie man alle Entdeckungen und Fortschritte nur zu einer besseren Beherrschung der Gärführung ausnützte; wie man alle Erkenntnisse auf dem Gebiete der Gärung allein für die Wohlfahrt einer bestimmten Industrie unter Vernachlässigung der Wohlfahrt der Allgemeinheit auswertete; wie die Kenntnis des Wesens des Alkohols und seiner Bildung aufzudecken vermag, warum man bis in unsere moderne Zeit der Vergärung der Zucker nicht zu wehren vermochte; wie das Verständnis der Natur des Alkohols als eines „brennbaren Wassers“, wie man ihn zur Zeit seiner Auffindung so treffend benannte, die Hauptursachen seiner Wirkungen begreifen, ja diese voraussehen läßt, so daß bei einiger Vertiefung in die, übrigens recht einfachen Tatsachen, ein jeder sich auch ohne Rückblick auf die Geschichte, ohne eigene Erfahrungen, Statistik und Autoritätenglauben seine sichere Meinung über den Alkoholismus zu bilden vermag.

Die erste der in 7 Abschnitte geteilten 34 Vorlesungen bringt eine Einleitung, in welcher die Gesichtspunkte dargelegt werden, die eine unabhängigere Art der Darstellung des Antialkoholismus neben den bisherigen wünschenswert machen, ferner jene Gesichtspunkte, die eine Popularisierung des Themas erleichtern. Ein 2. Abschnitt umfaßt die Chemie des Alkohols und der Alkohole; die Entdeckungsgeschichte des Alkohols nach den neuen Forschungen von E. O. v. Lippmann, die verschiedene Wertung, die man dem Alkohol und der Hefe im Laufe der Zeiten darbrachte; Betrachtungen über die Kohlensäure, als den wahren Geist der Gärung und andere Gärungsgeister; die Bedeutung des Rotweins in der christlichen Kirche, Wein und Islam; Chemie und biogenetische Stellung der Alkohole, sowie Ableitung der Ursachen ihrer Wirkungen.

Ein 3., biologischer Teil beschäftigt sich mit der alkoholischen Gärung: Geschichte der Gärung, Prinzipien der Konservierung und ihre Geschichte; Begründung der Ursachen, die zu einem Wandel des Geschmacks führten, die die Menschen immer zu Gescho-benen machten, während sie zu schieben meinten; Geschichte und Bedeutung des Rohrzuckers in seinen Beziehungen zur Konservierungsfrage; Chemie der Zucker, Bildung in der Assimilation, Abbau derselben; Geschichte der Gärungsforschung, Entwicklung der Bakteriologie; Widerstand der Chemiker gegen die vitale Auffassung des Gärungsvorgangs. Die Gärungsforschung seit Buchners Entdeckung der enzymatischen Natur des Vorgangs bis heute. Vergleiche mit der Säuerung der Milch und mit Fäulnisvorgängen. Eine Uebersicht der Stellung der Hefegärung zu anderen biochemischen Vorgängen beschließt den ersten Band.

Der 2. Band bringt zunächst den physiologisch-medizinischen Teil: Geschichte des Alkoholismus, Geschichte der Antialkoholbewegungen. Erscheinungen und Theorien der Narkose; die akute Vergiftung; Verhalten und Schicksal des Alkohols im Organismus. Der chronische Alkoholismus, Organerkrankungen, Stoffwechselerkrankungen; Einfluß bei Infektionskrankheiten, Beziehungen zu Tuberkulose und Geschlechtskrankheiten, zum Geschlechtsleben überhaupt; psychische Erkrankungen,

Wirkungen der Begleitstoffe, besonders des Methylalkohols. Über den Nährstoff- und Giftbegriff und die vergeblichen Versuche, den Alkohol mit Schlagworten hinreichend zu charakterisieren; der Alkohol als Arzneimittel und die Stellung der Ärzte sowie der Sozialhygieniker zur Alkoholfrage und zur sogenannten Mäßigkeit.

Daran schließt sich ein 5., psychologischer Teil, umfassend die psychologischen Ursachen der Trinksitten. Die Stellung der Hochschulen in Vergangenheit und Gegenwart. Das Wirtshaus, die Presse, Alkoholpoesie, Alkohol und Kunst. Die sozialen Verhältnisse; Askese, Genuß und Kulturbüße. Unsere Organisationen; wirtschaftliche Bedeutung des Gärgewerbes; der Respekt vor dem Bestehenden. Dies leitet zum letzten Hauptteil über, dem technologischen, der sich zuerst über die Vernichtung von Nährstoffen durch die Gärung, dann über die angepreisene Verwertung der Hefe als Heilmittel, die Hefe als Triebmittel in der Bäckerei, über die sogenannte Mineralhefe und die Hefe als Nahrungsmittel kritisch verbreitet. Es folgt eine Betrachtung über die technische Mykologie und ihre Bedeutung für die Zukunft. Sodann eine Besprechung der modernen Verfahren der Alkoholgewinnung aus Sulfitcelluloselaugen, Holz und Carbid, sowie deren wirtschaftliche und sozialhygienische Rolle.

Anschließend an diese Betrachtungen wird in einem Schlußwort der Beziehungen gedacht, die nach dem Weltkrieg sich zwischen Industrie und Landwirtschaft entwickeln dürften und der Zukunft, die der Alkoholindustrie sowie der Alkoholfrage aus den wesentlich veränderten Verhältnissen erwachsen könnte. So erschreckend düster der Gegensatz zwischen den Zukunftsbildern eines paradiesischen Lebens, die von phantasiebegabten erfolgreichen chemischen Synthetikern gelegentlich entworfen worden waren und der blutigen Gegenwart auch sein mag, gerade das Studium der Alkoholfrage mit ihren ungezählten Zusammenhängen erlaubt es, optimistisch zu sein, da dieses Studium erkennen läßt, wie wenig bis heute, trotz aller Entdeckungen und Fortschritte im einzelnen „im Grunde für eine glücklichere Lebensgestaltung geschehen ist, wie es so ganz in der natürlichen Entwicklung liegt, daß eine solche den Menschen beschieden sei und wie es in weiten Grenzen in unserer Macht liegt, eine solche gesunde Entwicklung zu beschleunigen“. *Autorsferat.*

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zum Gebrauch in den Schulen und zum Selbstunterricht. — 35.—37. Lieferung; VI. Bd. 4.—12. Lieferung, bearb. von Dr. med. et phil. August von Hayek. München, J. F. Lehmann, 1917.

Die vorliegenden Lieferungen enthalten den Schluß der Papaveraceen, die Cruciferen bis zum Anfang der Gattung *Isatis* L. und vom VI. Band den Schluß der Scrophulariaceen, zu denen auch die Gattung *Lathraea* L., Schuppenwurz, gestellt ist, die Orobanchaceen, Lentibulariaceen, Globulariaceen, Plantaginaceen, Rubiaceen, Caprifoliaceen, Adoxaceen, Valerianaceen, Dipsacaceen, Cucurbitaceen, Campanulaceen, von denen die Lobelioiden als eigene Familie Lobeliaceen getrennt sind, und die Kompositen von den Eupatorieen, Astereen, Inuleen, Heliantheen bis zur Gattung *Anthemis* unter den Anthemideen. Damit schließt die erste Hälfte des VI. Bandes. Der Verlag hat sich zu dieser, ursprünglich nicht geplanten Teilung des Bandes VI (in ähnlicher Weise soll auch Band IV geteilt werden) entschlossen mit Rücksicht auf die gegenwärtigen Verhältnisse und die vielfachen Wünsche aus dem Kreise

der Bezieher der Bandausgabe, um dadurch eine schnellere Folge der abgeschlossenen Bände zu ermöglichen. In die Bearbeitung des VI. Bandes haben sich nachträglich die Herausgeber Dr. von Hayek und Dr. Hegi geteilt. Die weitere Fortsetzung der Lieferungsausgabe von Band VI ist vorläufig infolge Einberufung des Bearbeiters der Volksnamen Dr. Marzell nicht möglich. Trotzdem wird durch Heranziehung weiterer Mitarbeiter die Vollendung des Werkes für Ende 1920 in Aussicht gestellt. Bei einigen Lieferungen ist der Ausfall farbiger Tafeln durch starke Vermehrung der Textabbildungen und umfangreicheren Text ausgeglichen. Die bei der Anlage des Werkes versprochenen 280 Tafeln werden ohne Einschränkung beigegeben werden. Der Abschluß der ersten Hälfte des IV. Bandes wird in baldige Aussicht gestellt. Auf die Einbanddecken müssen die Bezieher bis nach Friedensschluß verzichten.

Abgesehen von der Verlangsamung des Erscheinens ist Ausstattung und Wert des prächtigen Werkes der gleiche geblieben. Ganz besonders wertvoll wird vielen die eingehende, durch zahlreiche, sehr gute Originalabbildungen unterstützte Darstellung der biologisch so interessanten Familien der Lentibulariaceen und Orobanchaceen sein, denen prächtige Farbentafeln beigegeben sind.

Daß auch dieses in der Herstellung besonders schwierige Werk unter den gegenwärtigen Verhältnissen nicht mehr zu den gleichen Preisen wie in Friedenszeiten geliefert werden kann, ist selbstverständlich. Die Preisaufschläge sind trotz der sehr stark erhöhten Herstellungskosten sehr mäßige. Dem Verleger und Herausgebern ist zu wünschen, daß dieses prächtige Werk trotz aller Schwierigkeiten der Gegenwart zu einem glücklichen Abschluß gebracht werden und einen stets größer werdenden Freundeskreis gewinnen möge.

E. Ulbrich, Berlin-Dahlem.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 8. Juni 1918 hielt Herr Professor E. Littmann (Bonn) einen Vortrag mit Lichtbildern über Abessinien.

Das abessinische Reich ist ein gewaltiger Gebirgshorst, der namentlich nach Westen und Osten in tektonischen Bruchlinien ziemlich steil abfällt. Das eigentliche Abessinien stellt ein wildes zerklüftetes Gebirgsland dar, in dem sich drei Höhenzonen unterscheiden lassen,

1. Die Kolla (Tiefeland) eine vielfach sumpfige Urwaldregion bis zu 1500 m Höhe,
2. Die Woina Deg'a (Weinhochland) bis 2500 m, deren Charakterbaum die Kandelaber-Euphorbie ist. Auch gewaltige Sykomoren kommen hier vor. Ein Exemplar, unter dessen Krone die ganze Expedition des Vortragenden Platz hatte, wird schon im 14. Jahrhundert erwähnt.

3. Die Deg'a über 2500 m.

Zahlreiche Gipfel überragen 4000 m, und der im nördlichen Teile des Landes gelegene höchste Berg Ras Daschan reicht mit 4620 m bis an die Schneegrenze. Das Land wird daher auch mit vollem Recht als die afrikanische Schweiz bezeichnet. Eine Eigentümlichkeit sind die Amba genannten Tafelberge mit senkrechten Abfällen, die meist Kirchen und Klöster tragen, zu denen man mitunter nur mit Hilfe langer, über die Felswände herabhängender Stricke emporgelangen kann. Sie haben auch vielfach als Zufluchtstätten in den zahlreichen Kriegen gedient, die sehr häufig waren und einen beträchtlichen Rückgang der Kultur zur

Folge hatten, wie sich an den Ruinen zahlreicher Kulturwerke wie Staudämme usw. erkennen läßt. Das Stammland besteht aus den Reichen Tigre, Amhara und Schoa, doch haben die Grenzen des Reiches unter Menelik II. eine erhebliche Ausdehnung nach Südosten erfahren, wobei das von den Somali bewohnte Ogaden dem Reiche angegliedert worden ist, ebenso wie Gallaland, Kaffa (Kaffeeland) und Wollaga (im S.W., das Land des abessinischen Goldes).

Drei verschiedene Rassen bewohnen das Land:

1. Neger, die wir als die eigentlichen Urbewohner zu betrachten haben. Sie wohnen hauptsächlich im Westen und haben sich im großen und ganzen rassenrein erhalten,

2. Hamiten, zu denen die Galla, Somali, Agau und Danakil gehören,

3. Semiten. Bei ihnen lassen sich unterscheiden die Amharer, deren Sprache (semitisch, mit einheimischen Elementen durchsetzt) die heutige Reichssprache ist, die Tigrinjastämme und die Tigrestämme. Sie sind wahrscheinlich aus Asien (Arabien) eingewandert, während die Hamiten wohl sicher eine Mischung zwischen Afrikanern und Semiten darstellen.

Die Hautfarbe der verschiedenen Völker variiert vom tiefsten Schwarz bis zum verhältnismäßig hellen Gelb. Die Normalfarbe ist kaffeebraun oder bronzefarben. Da die Abessinier mit Vorliebe rohes Fleisch essen, so ist der Bandwurm unter ihnen sehr verbreitet. — Die Neger sind meist Heiden und die Semiten Christen, die Hamiten jedoch umfassen Juden, Muhammedaner und Heiden in bunter Mischung. Das religiöse Niveau ist, ebenso wie das sittliche, ein recht niedriges. Aberglaube und Zauberei spielen eine große Rolle. Die Christen sind äußerlich kenntlich an einer um den Hals getragenen blauen Schnur.

Abessinien ist eines der ältesten Reiche der Erde und noch heute das Land der politischen, kulturellen und sprachlichen Fossilien. Das in den ägyptischen Inschriften erwähnte Land Punt ist wahrscheinlich Abessinien. Der Sage nach besuchte die Königin von Saba, eine abessinische Prinzessin, den König Salomo, von dem sie einen Sohn hatte, Menelik I. Dieser suchte als junger Mann seinen Vater in Jerusalem auf und stahl ihm dabei die Bundeslade mit den beiden steinernen Gesetzestafeln von Moses, die sich angeblich noch heutigen Tages in Aksum befindet, der alten heiligen Stadt, die westlich von Adua gelegen ist. Abessinien ist der älteste christliche Staat. Seine Herrscher traten um 350 zum Christentum über. Da man nun Äthiopien im alten und neuen Testament erwähnt fand, wurde dieser Name dauernd auf das Land übertragen. Der Name Abessinien wird von dem nördlichen Gebirgslande Habaschat (Habesch) abgeleitet.

Die erste sichere Nachricht über Abessinien verdanken wir dem griechischen Kaufmann und späteren Mönch Kosmas Indikopleustes, der im 6. Jahrhundert in Adulis an der Küste des Roten Meeres landete. Er erzählt von einem steinernen Thron mit einer Inschrift, in welcher einer der ersten Könige des aksumitischen Reiches über seine Eroberungen berichtet. Dieses alte Reich von Aksum blühte etwa vom 1. bis zum 6. Jahrhundert und stellt die Glanzzeit Abessiniens dar. Damals wurden Tempel, Paläste und große Grabanlagen gebaut, vor allem aber auch gewaltige Obeliken, Grabdenkmäler der abessinischen Könige, in Form von Stelen errichtet. Die größte dieser steinernen Stelen mißt 33 Meter und ist somit noch höher als der größte ägyptische Obelisk; sie ist also der größte Monolith der Welt. Im Mittelalter sank die Kultur immer mehr,

aber das christliche Reich hielt sich mit bewundernswerter Zähigkeit gegen alle Angriffe der Mohammedaner wie auch der heidnischen Völkerschaften. Es ergriff auch die Offensive gegen den Islam, und in einem Kriege drangen die Abessinier mit gezähmten Elefanten bis nach Mekka vor.

Im 19. Jahrhundert trat in Gestalt des Kaisers Theodoros ein afrikanischer Napoleon auf, der sich zum Alleinherrscher des damals in viele kleine Reiche zerfallenen Landes machte. Er geriet in Konflikt mit den Engländern und fiel in der Schlacht von Makdala 1868 durch eigene Hand. Sein zweiter Nachfolger war Menelik II. Er besiegte die Italiener bei Adua und dehnte das abessinische Reich weit nach Süden hin aus. Im Jahre 1905 schloß er mit Deutschland einen Freundschaftsvertrag und ließ den deutschen Kaiser bitten, in der alten heiligen Stadt Aksum Ausgrabungen vornehmen zu lassen. Der Kaiser sandte eine Expedition aus; es wurden Tempel, sowie Gräber ausgegraben, die Stelen, die steinernen Throne, die alten Inschriften, sowie die alten Kirchen und die modernen Häuserbauten fachmännisch untersucht. Viele wichtige Resultate wurden dabei gewonnen. Menelik II. gründete im Süden des Landes die neue Hauptstadt Addis Abeba und ließ durch den Schweizer Ilg, der 28 Jahre im Land lebte, eine Eisenbahn bauen, die von dem französischen Küstenort Djibuti nach Harar führt und bei Beginn des Krieges bis zum Flusse Hauasch fortgesetzt war. Jetzt wird sie wohl schon Addis Abeba erreicht haben. Die Bahn erschließt dem Lande eine große Zukunft, da wertvolle Exportartikel vorhanden sind, vor allem der sogenannte Mokka-Kaffee, der größtenteils aus Abessinien kommt, ferner Gold, Elfenbein, Häute usw.

Augenblicklich sind wir, da Deutschland ganz und gar von der Verbindung mit Afrika abgeschnitten ist, über die Vorgänge in Abessinien wenig unterrichtet. Der Nachfolger Meneliks, Lidsch Ijasu, wurde wegen seiner Deutschfreundlichkeit durch die Intrigen der Entente gestürzt und das arme Land in einen verheerenden Bürgerkrieg gehetzt, damit es den Kolonien der Engländer, Franzosen und Italiener nicht gefährlich werden könne.

Gegenwärtig ist Abessinien das einzige noch unabhängige Land in Afrika, und Deutschland hat das größte Interesse daran, daß diese Unabhängigkeit gewahrt bleibe, denn es bildet einen Riegel für die von den Engländern geplante Kap-Kairo-Bahn. Von größter Notwendigkeit für das Land aber wäre ein Zugang zum Meere.

In der Fachsitzung am 24. Juni 1918 gab Herr Major H. von Ramsay (Berlin) Erläuterungen zu der Karte des Türkisch-Ägyptischen Grenzgebietes, die auf Grund seiner Routenaufnahmen vom Generalstab herausgegeben ist. Von Djemal-Pascha, dem damaligen Kommandeur des 4. Türkischen Korps, dem der Vortragende zugeteilt war, erhielt er den Auftrag, neben seiner sonstigen Diensttätigkeit eine Karte des Kriegsschauplatzes aufzunehmen. Von Februar bis September 1915 bereiste er zu diesem Zweck das Gebiet zwischen Gaza, Akaba und Suezkanal, wobei ihm die beiden Wasserplätze Hafir el Audscha und Kusseme längere Zeit als Ständquartier dienten. In anschaulicher Weise schilderte der Vortragende seine Erlebnisse auf den verschiedenen, von ihm ausgeführten Expeditionen, die Schwierigkeiten des Reisens in jenen wasserlosen Gebieten, die sengende Hitze, die bei Akaba 56° Celsius erreichte, und die zahlreichen Reste und Zeugen einer

früheren starken Besiedelung des jetzt unbewohnten Landes, in dem Nache der einzige zusammenhängende Ort ist. Zahlreiche Ruinenstädte wurden gefunden, zum Teil auch näher untersucht und die Aufmerksamkeit wissenschaftlicher Fachkreise konnte auf manche Grimmerstätten gelenkt werden, die bis dahin noch unbekannt waren. Der weitaus großartigsten, geradezu einzigartigen Ruinenstadt Petra widmete der Vortragende begeisterte Worte.

Die vierblättrige Karte ist im Maßstab 1 : 250 000 ausgeführt. Sie wurde nach den Aufnahmen Major von Ramsays von Herrn Moisel konstruiert, in der kartographischen Abteilung der Königlichen Landesaufnahme gedruckt und von Professor Littmann arabisch (türkisch) beschriftet, so daß sie auch von Türken ohne weiteres benutzt werden kann. In der anschließenden Erörterung wies der letztere auf die Bedeutung von Petra hin, das als Hauptstadt des Reiches der Nabatäer, eines arabischen Stammes, zu betrachten sei.

O. B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Hundert Jahre Psychiatrie. In der ersten Sitzung der Deutschen Forschungsgesellschaft für Psychiatrie beleuchtete Professor Kraepelin, der Gründer der Gesellschaft, in einem denkwürdigen Vortrag die Entwicklung der Psychiatrie während der letzten 100 Jahre. Aus dem reichen Gedanken- und Tatsachenmaterial des Vortrages, der jetzt erweitert in Buchform erschien, können hier nur einige Richtlinien mitgeteilt werden. Der Verfasser gibt einen Einblick in die auf dem Gebiete der Psychiatrie erfolgten Umwälzungen, indem er zunächst in drastischen Bildern die Lage der Geisteskranken vor etwa hundert Jahren schildert. Nicht in eigentlichen Irrenanstalten, sondern in Abteilungen, die den Armen-, Zucht- und Arbeitshäusern angegliedert waren, lagen die Kranken vielfach angekettet in Löchern auf Stroh und Kot, der Willkür roher Wärter preisgegeben und von ihnen mit Peitsche und Stock regiert. Züchtigungs- und Zwangsmittel wurden selbst von verdienstvollen Ärzten für unentbehrlich gehalten. Hohe Sterblichkeit war die Folge dieser Zustände, deren Ursache in dem Glauben an die Unheilbarkeit der Leiden sowie in der Gewohnheit lag, Geisteskrankheit als Ausfluß persönlicher Verschuldung, gewissermaßen als Schande zu betrachten. Eigentliche Irrenärzte gab es noch kaum und die psychiatrische Unterweisung der Studenten war sehr mangelhaft. Noch Autenrieth konnte in Tübingen seinen Studenten raten, sich nicht längere Zeit mit der Behandlung von Geisteskranken zu befassen, weil man sonst zu fürchten habe, selbst ein Narr zu werden.

In der Psychiatrie als Wissenschaft herrschten Raisonement und Gedankenspielerien; Laien, Theologen und Philosophen schriftstellerten über das Irresein und verloren sich in phantastischen Systemen, während es an naturwissenschaftlicher Krankenbeobachtung und Erfahrung gründlich fehlte.

In der Wesensforschung der Geisteskrankheiten gab es zwei Richtungen. Die sogenannten Psychiker sahen die Wurzel des Irreseins in der Hingabe an das Böse, in den unbeherrschten Leidenschaften und Torheiten, während die Somatiker das Gehirn für den Seelensitz und Entstehungsort geistiger Krankheiten hielten. Gemütsbewegungen und Ereignisse jeder Art sollten Irresein hervorrufen können, nicht nur z. B. Heimweh und unglückliche Liebe, sondern auch übermäßige Freude,

Vertreiben von Läusen, Abschneiden des Weichselzopfes usw. Auch der Besessenheitsglaube war noch nicht ganz überwunden.

Nicht weniger bunt war die Einteilung der Krankheitsformen. Am meisten aber sprach für die Unklarheit der Anschauungen die große Zahl der gegen Geisteskrankheiten angewandten Mittel. Während Schlafmittel noch gar nicht, Narkotica relativ wenig gebraucht wurden, gab es eine Unzahl von Brech- und Abführmitteln, von ableitenden und hautreizenden Mitteln; auch durch gehäufte Anwendung von Aderlässen, durch schmale Kost und gekürzten Schlaf suchte man heilend zu wirken. Wasser wurde in den mannigfachsten Formen angewendet, vom einfachen Begießen bis zu den Sturz- und Spritzbädern und zu den Überraschungsbädern, die den Kranken oft mitten auf einer eigens dazu angelegten Brücke ereilten. Durch Vernunftgründe und Überredung, hauptsächlich aber durch Gewaltmaßregeln suchte man den Willen des Kranken zu brechen und ihn gleich einem eigensinnigen Kinde zu erziehen. Die Zwangsmittel waren zum Teil recht grausamer Art; außer Handschuhen, Tollriemen, Zwangswesten und Zwangsstühlen gab es einen Sack, der über dem Kranken zugebunden wurde, eine Drehmaschine, auf der er 40 bis 60 mal in der Minute herumgeschleudert wurde, ein hohles Rad, das ihn durch ständige Bewegung aus der Traumwelt in die wirkliche ziehen sollte. Indessen fehlte es auch nicht an Ärzten, welche die Folgerichtigkeit des krankhaften Handelns einsahen und für den Kranken nicht nur Straffreiheit, sondern auch möglichste Bewegungsfreiheit und wohlwollende Nachsicht forderten. Ablenkung durch Tätigkeit, Zerstreuung, Musik wurde vorgeschlagen, und vor allem die Arbeitstherapie in Gestalt zweckmäßiger Arbeit war ein wichtiger Fortschritt. Entscheidend wurde aber die Errichtung von Anstalten für frisch Erkrankte, die den Anforderungen der neuen Zeit entsprachen. Unter der Förderung von Staat und Behörde entstanden so der Sonnenstein 1811, Sachsenberg 1830 und weitere, und von diesen neuen Anstalten ging Belehrung und Anregung nach allen Seiten aus. An die Spitze der Anstalten trat überall statt des früheren Hausvaters der geschulte Arzt. Auch eine planmäßige Unterweisung jüngerer Ärzte konnte endlich beginnen. Aber erst im Jahre 1878 entstand in Heidelberg die erste selbständige psychiatrische Klinik. Zeitschriften und Lehrbücher erschienen. Griesinger bewertete zuerst das Irresein als Ausdruck krankhafter Hirnleistungen; Kahlbaum trennte Zustandsbilder von Krankheitsvorgängen und wies auf die Wichtigkeit des Krankheitsverlaufes und Ausgangs sowie des Leichenbefundes hin. Besondere Krankheitsbilder, wie Fieberdelirien, alkoholische, senile und angeborene Störungen, Paralyse, zirkuläres Irresein, Hysterie ließen sich allmählich herauschälen. Die Untersuchungsmethoden wurden erweitert; der psychologische Versuch, die genaue Untersuchung von Körper und Stoffwechsel, Blut- und Rückenmarksflüssigkeit traten in ihre Rechte. Schwere Erkrankungen von Gehirn und Rückenmark wurden aufgeheilt, das Studium des feineren Baues der Hirnrinde zu einem besonderen Zweig der Psychiatrie erhoben. Durch die Entwicklung der mikroskopischen Färbetechnik wurden der Forschung aussichtsreiche neue Wege eröffnet. Ferner gelang es, eine Reihe wichtiger Zentren für bestimmte Hirnleistungen einwandfrei festzulegen, vor allem die Sprachzentren u. a.

Die langsamsten, aber wohl bedeutsamsten Fortschritte zeitigte die Erforschung der Krankheits-

ursachen. Die Syphilis als Grundlage der Paralyse, die Schilddrüsentätigkeit im Zusammenhang mit Basedow, Myxoedem und Kretinismus waren die ersten markanten Beispiele, welche von der Vervollkommenung der Stoffwechseluntersuchungen sowie der serologischen Forschungsarbeit noch eine reiche Ausbeute erwarten lassen. Die Einschätzung psychischer Einflüsse auf die Genese geistiger Erkrankungen hat mit Ausnahme der hysterischen Störungen, der Unfalls- und Kriegsneurosen viel von ihrer früheren Bedeutung verloren. Einen neuen Aufschwung dagegen nahm die auf Grundlage der Mendelschen Gesetze gestellte Vererbungslehre.

Mit dem wachsenden Verständnis für Geisteskrankheiten mußte auch die Therapie Schritt halten. Langsam fielen die Ketten der unglücklichen Kranken, das Strafsystem verschwand, und nach und nach gelang es auch, die sämtlichen Zwangsmittel zu verbannen. Aus ihren Verliehen wurden die Kranken in menschenwürdigen Räumen behaglich untergebracht, von geschultem Personal gepflegt, in größtmöglicher Freiheit gehalten. Wurde für schwere Erregungszustände noch bis in die letzten Jahrzehnte hinein die Isolierung in der Zelle für nötig gehalten, so ist jetzt auch dieses, schwere Unzuträglichkeiten bietende Mittel vielfach praktisch überwunden und durch die dauernde, für jeden Kranken geforderte, ständige Überwachung ersetzt. Die Vorzüge der Bettbehandlung für frische Erkrankte, die glänzende Wirkung der warmen Dauerbäder sind heute allgemein anerkannt, ebenso die wirksame Unterstützung der Therapie durch die von der modernen chemischen Industrie gelieferten Schlaf- und Beruhigungsmittel. Unsere Kliniken und Anstalten sind jetzt moderne Krankenhäuser wie andere. Den dazu fähigen Kranken aber wird Beschäftigung geboten; in den großen ländlichen, dorfähnlichen Anstalten versorgen sich die in möglichster Freiheit und Selbständigkeit lebenden Kranken selbst mit allem, was sie zum Leben brauchen.

Dürfte somit auch heute die Unterbringung und Pflege der Geisteskranken auf einer kaum mehr weit fibertreffbaren Höhe stehen, so muß dagegen für die Therapie noch fast alles von der wachsenden Erkenntnis erwartet werden, insbesondere auch für die Vorbeugung von Geisteskrankheiten; denken wir nur an die Syphilis, an den Alkohol, an die erbliche Degeneration! Und wenn man noch dazu das Dunkel erwägt, in dem heute noch das Wesen vieler Geisteskrankheiten liegt, so wird klar, daß nur eine planmäßige Förderung der wissenschaftlichen Forschung mit großen Mitteln und in großem Maßstab hier zum fernen Ziele führen kann.

Hohenauer, München.

Lehm als Nahrungsmittel. In einem Aufsatz über die Ausnutzung von Bodenschätzen durch das Volk der Baja in Ostkamerun (Deutsches Kolonialblatt, 1918, Bd. 29, S. 55—61) macht E. Lange darauf aufmerksam, daß der weiße Laterit (Bauxit), den man dort auf den Märkten feilbietet, bisweilen gegessen wird, vielleicht des Wohlgeschmacks wegen, in den meisten Fällen jedoch scheinbar als Heilmittel, da er bei Durchfall eine stopfende Wirkung auszuüben scheint. Daß lehmige Erden in der Tat von manchen Naturvölkern verspeist werden, ist eine bekannte Tatsache, die schon Alexander von Humboldt aus Südamerika berichtet. Die am Orinoko wohnenden Ottomaken-Indianer verzehren, namentlich zur Regenzeit, wenn das Hochwasser den Fischfang beeinträchtigt, einen fetten gelbgrauen, mit Infusorienerde versetzten Lehm. Auch auf den westindischen Inseln, auf Java, in China, Persien und vielen anderen Gegenden ist das Lehmmessen weit ver-

breitet. Selbst in Europa, zum Beispiel in Steiermark, im italienischen Treviso, sowie auf Sardinien findet man leidenschaftliche Lehmmesser. Welche physiologische Bedeutung der Aufnahme solcher anorganischen Stoffe in die Verdauungsorgane zukommt, ist eine zurzeit noch offene Frage. Humboldt war der Meinung, daß die Gewohnheit nur durch das Vergnügen des Kauens und Schlingens, sowie das angenehme Gefühl der Sättigung entstanden sei, ohne daß dem Körper Nährstoffe zugeführt würden. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die als Nahrungsmittel dienenden Lehmsorten außer löslichen Salzen auch Nährstoffe organischer Natur enthalten. Am wahrscheinlichsten aber ist es, daß der Lehm eine feinere Verteilung und damit eine bessere Ausnützung der Nahrung im Darm bewirkt, und daß er zur Entfernung der Darmparasiten beiträgt. Findet doch der weiße Ton (Bolos alba) zu ähnlichen Zwecken auch in der modernen Arzneikunde, namentlich als Grundlage für Pillen Verwendung. Daß dem Lehm eine gewisse, wenn auch in ihren Ursachen noch nicht erkannte Nährkraft innewohnt, scheint ebenfalls daraus hervorzugehen, daß in der Südnorwegischen Provinz Smaalene die Bauern ihre Schafe oft auf lehmigen Stellen festmachten, damit sie dort Lehm fressen sollten, durch den sie fett wurden.

Besondere Bedeutung aber wird dem Lehm als Nahrungsmittel für Fische beigemessen. L. Brühl wies schon früher in einem Aufsatz der Fischerei-Zeitung (Bd. 12, Nr. 20) darauf hin, daß die Fütterung der Karpfen mit Lehm in den letzten Jahren unter den deutschen Teichwirten eine lebhaft diskutierte hervorgehoben habe, und er bringt die zahlreichen Möglichkeiten über die Bedeutung der Lehmaufnahme für die Ernährung der Fische in folgende Rubriken: 1. der Lehm wirkt mechanisch, 2. er wirkt bakteriell, 3. er verbessert die Verdauung direkt, 4. er nährt selbst, 5. er ist ein Mittel gegen Darmparasiten. Die Frage nach der Bedeutung dieser einzelnen Faktoren für das Ernährungsproblem ist jedoch zurzeit noch nicht endgültig geklärt und bedarf noch eingehender Untersuchung.

O. B.

Die chemischen Wasserreinigungsmethoden. In der Zeitschrift des Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Österreich-Ungarn, Bd. 57, S. 5—13, unterzieht Dr. E. O. Rasser die verschiedenen Verfahren zur chemischen Wasserreinigung einer eingehenden Besprechung. Zunächst bespricht er die Ozonisierung, die sich zwar im Großbetrieb bewährt hat, jedoch der Kosten wegen nicht immer zur Anwendung gelangen kann. Er geht näher auf die Versuche ein, die in Königsberg i. Pr. zur Reinigung des Pregelwassers mit Ozon angestellt wurden und die zeigten, daß bei inniger Berührung des Ozons mit dem Wasser und bei gleichzeitiger Anwendung von Alaun ein vorzüglicher bakteriologischer Effekt erzielt werden kann. Trotz seines hohen Gehaltes an organischen Substanzen konnte das Pregelwasser auf diese Weise in ein klares, farbloses Trinkwasser ohne irgendwelchen Geschmack umgewandelt werden, es war ferner äußerst keimarm und sicher frei von pathogenen Keimen. Ohne Behandlung mit Alaun blieb das Wasser zwar etwas trüb, dagegen wurde auch in diesem Falle die Keimzahl stark herabgesetzt, allerdings war die erforderliche Ozonmenge auch etwas größer. Das Ozonverfahren ist, wie hieraus hervorgeht, sehr empfehlenswert; es ist überall da angebracht, wo der immerhin nicht unbedeutende Kostenpunkt getragen werden kann und wo kein anderes Reinigungsverfahren Anwendung finden kann. Als einen Nachteil dieses Verfahrens nennt Verfasser den metallischen Ge-

schmack des ozonisierten Wassers. — Weiter wird die *Enteisenung* des Wassers besprochen, die darauf beruht, daß das im Wasser als Oxydul gelöste Eisen durch Luftzufuhr in unlösliches Oxyd verwandelt und hierauf durch Filtration aus dem Wasser entfernt wird. Nach der Beschaffenheit des Wassers und nach den örtlichen Verhältnissen wendet man offene oder geschlossene Enteisenungsanlagen an. * Jene sind einfacher und daher billiger, beanspruchen aber mehr Raum als die geschlossenen Apparate, die man nach ihrer Bauart in Einphasen- und Zweiphasenapparate einteilen kann. In diesen Apparaten wird das Wasser in fein verteiltem Zustand durch eine Kiesschicht geleitet, während gleichzeitig Luft in entgegengesetzter Richtung durch den Apparat gepreßt wird, die die Oxydation und Abscheidung des Eisens bewirkt. — Teilweise auf mechanischen und teilweise auf chemischen Vorgängen beruht das *Permutitverfahren*, das sowohl zur Entfernung des Eisens, als auch des Mangans und der Kohlensäure aus dem Wasser dienen kann. Das Permutit ist eine künstlich hergestellte Verbindung, die den natürlich vorkommenden Zeolithmineralien ähnlich ist. Die *Entmanganung* des Wassers ist unter Umständen wichtig, weil ein geringer Manganengehalt bisweilen Algenwucherungen hervorruft, so z. B. bei dem Dresdener Leitungswasser. Wenn man solches Wasser durch eine Schicht von Manganpermutit hindurchlaufen läßt, so wird das Mangan in gleicher Weise, wie dies oben bei der Enteisenung geschildert wurde, oxydiert und abgeschieden. Die Oxydation wird hier jedoch nicht durch den Luftsauerstoff, sondern durch den Sauerstoffgehalt des Manganpermutits bewirkt, weshalb das Permutit nach einer gewissen Zeit durch Behandlung mit Kaliumpermanganatlösung regeneriert werden muß. — Zur Entfernung von *freier Kohlensäure* aus dem Wasser benutzt man Filter, die mit Marmorstücken in von unten nach oben zunehmender Korngröße gefüllt sind und die das Wasser langsam von unten nach oben durchfließt. — Weiter erwähnt Verfasser die Reinigungsverfahren, die sich des Broms, des Chlordioxyds, des Wasserstoffsperoxyds, des Kupfersulfats sowie des Atzkalks als sterilisierender Zusätze bedienen, die jedoch alle nur höchst selten Anwendung finden. Recht verbreitet ist dagegen das *Chlorkalkverfahren*, das zum erstenmal im Jahre 1894 gelegentlich einer Typhusepidemie in Pola zur Anwendung gelangte, in der Folge aber hauptsächlich in England und Amerika Eingang fand. In Deutschland wurde das Chlorkalkverfahren durch das staatliche hygienische Institut in Hamburg auf seine Brauchbarkeit geprüft, wobei sich ergab, daß durch den Chlorkalkzusatz zwar eine erhebliche Verminderung der Keimzahl, aber keine völlige Abtötung erfolgt. Außerdem nimmt das so behandelte Wasser einen unangenehmen Geruch und Geschmack an, der durch nachträglichen Zusatz von Natriumthiosulfat beseitigt werden muß. Aus diesem Grunde ist das Verfahren nur zur Vorbehandlung von Oberflächenwasser, das als Trinkwasser verwendet werden soll, sowie zur Trinkwasserbeschaffung im Felde zu empfehlen. Für letzteren Zweck hat S. Woodhead, Professor an der Universität Cambridge, eine einfache Methode ausgearbeitet, die bezweckt, dem Wasser nur die gerade zur Sterilisation nötige Menge Chlorkalk zuzusetzen, so daß der Geschmack des Wassers keine Beeinträchtigung erfährt. Um die geeignete Reinigungsmethode für eine zentrale Wasserversorgung zu ermitteln, wird man am zweckmäßigsten einen Betriebsversuch anstellen, indem man mehrere Methoden gleichzeitig oder nacheinander erprobt; auf Grund der so erhaltenen einwand-

freien Ergebnisse läßt sich dann die für die besonderen Verhältnisse brauchbare Apparatur leicht ausfindig machen. S.

Der Vorgang des Fließens im gepreßten Messingblock beim hydraulischen Spritzen von Stangen. (Schweißguth, Zeitschr. des Vereins d. Ing., 1918, Heft 20 und 21.) Das Fließen der gepreßten Metalle ist eine durch eine äußere Kraft erzwungene Verschiebung ihrer kleinsten Teilchen, ohne Schwächung ihrer Kohäsionskraft. In vielen Fällen wird die Kohäsionskraft, das heißt die Festigkeit der Metalle sogar erhöht. Um das Fließen durch Pressung zu erzeugen, muß man die Metalle über ihre Elastizitätsgrenze hinaus beanspruchen, doch nicht bis zur Bruchbelastung für den kalten Zustand und über die Elastizitätsgrenze hinaus, die ein Metall bei einer bestimmten Temperatur hat, bis in die Nähe des Schmelzpunktes bei erhöhter Temperatur des Metalles.

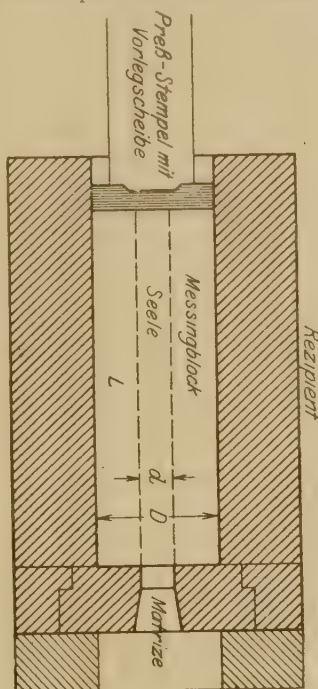


Fig. 1.

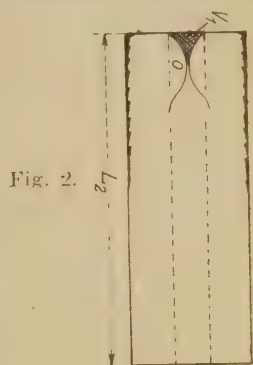


Fig. 2.

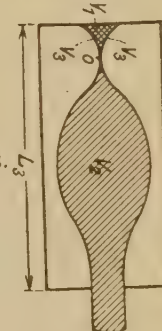


Fig. 3.

Setzt man einen vorgewärmten Messingblock in einem starken Stahlzylinder, der an seinem einen Ende eine Matrize trägt, unter starken hydraulischen Druck, so fließt er durch die Matrize als Stange aus. (Fig. 1.) Diese Stange weist bei ihrer Endpressung einen un-reinen metallischen Kern auf. Man konnte sich dessen Ursprung nicht erklären, die interessanten Fließvorgänge im Innern des Blockes während der Pressung klären ihn aber genügend auf. Der in einer gußeisernen Kokille gegossene Messingblock weist, wie alle derartig gegossenen Blöcke, an seinem oberen Gußende einen trichterförmigen Lunker auf. Dieser Lunker sollte angeblich die Ursache zu den vorerwähnten Unreinheiten der Stange ergeben, stellte sich aber nach den neuen Forschungen als ziemlich unschuldig heraus. Eigentümlicherweise bildet nämlich der Oxydmantel des Blockes den Hauptgrund für die Unreinheiten der Stange.

Die Seele des Blockes sei derjenige konaxiale Zylinder, der in der Verlängerung der Matrizenöffnung liegt. Der ganze Preßdruck lastet auf einem, die Seele umgebenden Hohlzylinder. Sobald der Messingblock (um

ihn leichter einzubringen, macht man seinen äußeren Durchmesser um ein geringes kleiner als den Innendurchmesser des Rezipienten bei Beginn der Pressung den Rezipienten vollkommen ausfüllt, staucht er sich in seinem unteren Teil und zwar derartig, daß der gedachte Hohlzylinder die Seele des Blockes im Punkte *o* abschnürt. (Der Punkt *o* liegt von der Vorlegscheibe des Preßstempels in einer Entfernung, die gleich dem Durchmesser der Seele ist.) Das auf diese Weise abgeschnürte Volumen der Seele, *V*, Fig. 2, bildet einen konoidischen Rotationskörper, der bis zum Schlusse der

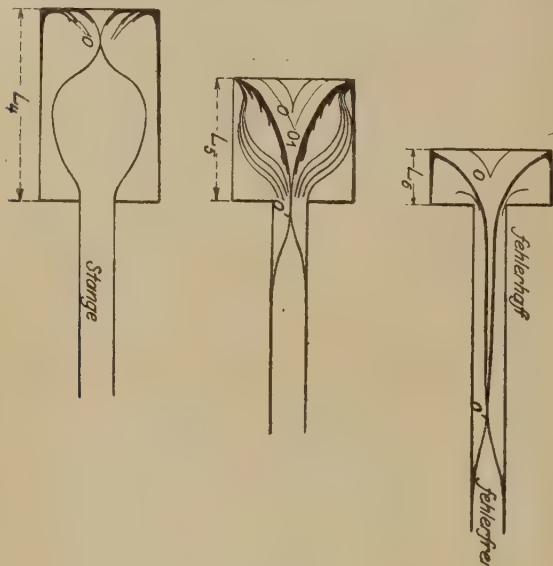


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Pressung keine weitere Veränderung erleidet. Den Messingblock erwärmt man vor dem Einbringen in den Rezipienten in einem Rollofen auf ca. 750°, dadurch wird die beim Gießen entstandene leichte Oxydhaut seiner zylindrischen Oberfläche sehr verstärkt. Diese Oxydhaut ist nicht duktil, sondern faltet sich beim Komprimieren des Messingblockes vorerst an der Seite des Preßstempels und schiebt sich zusammen, wie Fig. 2 zeigt. Bei fortgesetzter Pressung bildet sich der spindelförmige Körper *V*₂, Fig. 3, so daß der ganze Block schließlich in drei verschiedene Volumina geteilt ist, *V*₁, *V*₂ und den Rest des Blockes, das diese beiden einschließende *V*₃. Nachdem sich diese drei Volumina gebildet haben, beginnt der Ausfluß der Stange aus der Matrice. Gleichzeitig schiebt sich der spröde Oxydmantel an der Oberfläche des Körpers *V*₁ in den Unterteil des Körpers von *V*₃, Fig. 4.

Durch die weitere Stauchung von *V*₃, das keinen Ausfluß aus dem Rezipienten hat, wird *V*₂ gezwungen, sich durch die Öffnung der Matrice als Stange zu ergießen; während dieser Periode legt sich der Oxydmantel um *V*₁ und bildet einen ähnlichen konoidischen Rotationskörper um *V*₁, dessen Spitze in dem Augenblicke in die Matrice eintritt, in dem die Länge des Blockes *L*₅ gleich dem Durchmesser des Blockes wird, Fig. 5.

Die bisher erzeugte Messingstange ist vollkommen rein und homogen. Aus dem Rest des Blockes mit der Länge *L*₅, die gleich seinem Durchmesser ist, kann man eine reine Stange nicht mehr erwarten, da jetzt der Oxydmantel in die Matrice eintritt und den Kern der Stange verunreinigt. Nur die ihn umgebenden Teile aus dem Volumen *V*₃ haben dieselbe Struktur wie die fehlerfreie Stange, Fig. 6. Um also vollkommen fehlerfreie Stangen zu erhalten, hat man nur nötig, die Pressung in dem Augenblicke zu beenden, in dem die Länge des Rückstandes des Blockes gleich dem Durchmesser des Rezipienten wird. — Die Stange wird hier abgehauen, und der Blockrest geht zum Umschmelzen in die Gießerei. Wenn man den Block, ohne den Lunker zu entfernen, derartig verpreßt, daß man beim Einbringen in den Rezipienten den Lunker zur Seite des Preßstempels legt, so bleibt auch der gesamte Lunker im Restblock, so daß man alle Unreinigkeit des Lunkers und der Blockoberfläche in diesem Blockrest beisammen hat. Man erspart sich dadurch die Arbeit des Abschöpfens.

Es war allgemein bekannt, daß nicht alle Messinglegierungen in gleicher Weise spritzbar sind. Die Legierungen, angefangen vom reinen Zink bis zu 60% Kupfergehalt, sind spritzbar; von 60% bis 68% Kupfergehalt sind sie so wenig duktil, daß sie bei höchstem Druck und bei höchstmöglich anwendbarer Temperatur in unzusammenhängenden amorphen Stücken aus der Matrice fallen. Von 68 bis 100% Kupfergehalt ist die Legierung wieder duktil, allerdings erst bei etwas höherer Vorwärmung des Blockes und höherem Druck. Die Aufklärung hierfür ist noch nicht erbracht.

Bei dieser Forschungsarbeit entdeckte man folgende interessante Tatsache: Der Querschnitt des rohen Messingblockes zeigt ein strahlig kristallinisches Gefüge, die großen Kristalle liegen naturgemäß in der Achse des Blockes, da hier die Kristalle wegen der langsameren Abkühlung mehr Zeit zur Ausbildung haben. Die Kristallnadeln haben ihre Spitze in der Peripherie des Blockes und sind vom Eutektikon umgeben, das quasi die Mutterlauge bildet. Wenn man aus Blöcken verschiedener Legierung in den Grenzen von 58 Kupfer : 42 Zink bis 60 Kupfer : 40 Zink die Kristallnadeln aus dem Eutektikon herauslöst, was bei vorsichtiger Erwärmung leicht möglich ist, so zeigen sich trotz dieser verschiedenen Legierungen die Nadeln stets gleich zusammengesetzt, und zwar enthalten sie 59,34 % Kupfer und 40,46 % Zink. Diese Legierung entspricht der chemischen Formel Cu₃Zn₃. Das Eutektikon muß also zinkreicher und leichtflüssiger sein. Wird die Legierung mit Kupfer bereichert, so muß einmal ein Zustand eintreten, in dem das Eutektikon die Zusammensetzung der Kristallnadeln annimmt, dann fehlt die zwischen den Metallteilen leichtflüssigere, also schmierende Masse, wobei die Duktilität verloren geht. Bis zu 68 : 32 besteht dieser induktile Zustand, während bei diesem Mischungsverhältnis die Kristallnadeln eine neue chemische Verbindung Cu₃Zn aufweisen. In diesem Zustand würde das Eutektikon ebenfalls wieder zinkreicher sein. Diese Hypothese ist allerdings noch nicht bewiesen.

Autoreferat.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft;
Band 35, 1. Generalversammlungsheft, 1917.

(Ausgegeben am 8. Januar 1918.)

Über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Pflanzen; von Hermann Sierp. Läßt man Avena-Ko-

leoptilen bei verschiedenen Lichtintensitäten sich entwickeln, so zeigen die aufgezeichneten Wachstumskurven, daß vom aufsteigenden Ast der großen Periode die Wachstumsgeschwindigkeit anfänglich um so größer ist, je höher die Intensität war, unter der die Koleoptile aufwuchs. Auf diese anfängliche Wirkung des

Licht folgt eine Hemmung, die das Maximum früher eintreten läßt, die es im Werte herabdrückt und das Wachstum früher zum Abschluß bringt. Die gleiche Wirkung — erst Beschleunigung, dann Hemmung der Wachstumsgeschwindigkeit — erhält man, wenn das Licht während der Entwicklung in ein solches von höherer Intensität übergeführt wird. Wird umgekehrt das Licht in ein solches von geringerer Intensität übergeführt, so zeigt das Wachstum sich zunächst gehemmt. Diese hemmende Wirkung geht aber bald in eine fördernde über.

Artbastarde und Bastardarten in der Gattung Oenothera; von O. Renner.

Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit Cucurbita Pepo; von Oscar Drude. Seit dem Jahre 1900 im botanischen Garten zu Dresden eingeleitete Züchtungen von sieben C. Pepo-Rassen, von denen eine ein Bastard von C. Pepo \times C. ficifolia war, ergaben darin bemerkenswerte Resultate, welche an 1 Tafel und 3 Textfiguren mit Fruchtvarianten erläutert werden, daß einige Kreuzungen den einen Elter in seinen Hauptmerkmalen völlig unterdrückten und andere zu Formenreihen führten, deren morphologischer Vergleich eine ganz andere Abstammung hätte erwarten lassen. Äußere Ähnlichkeit entspricht in diesen Fällen also nicht der genetischen, wirklich erwiesenen Verwandtschaft.

Über die Beziehung der Keimung von Cyanophyceensporen zum Licht; von Richard Harder. Die Sporen sind typische Lichtkeimer, lassen sich aber durch künstliche organische Ernährung auch im Dunkeln zum Keimen bringen. An ihnen wird ein neuer Fall für die Gültigkeit des Produktgesetzes nachgewiesen: die Keimung der Sporen von Nostoc punctiforme erfolgt bei Belichtung mit Intensitäten zwischen 300 und 12,5 MK proportional der zugeführten Lichtmenge.

Band 35, Heft 10, 1917.

(Ausgegeben am 26. März 1918.)

Über die Perithezien der Mycrothyriaceen und die Gattung Meliota Fries; von F. von Höhnelt.

Über den Nachweis von Gewebespannungen in der Sproßspitze; von Otto Schüepp. (Mit 2 Abbildungen im Text.) Aus lebenden Knospen herausgeschnittene Sproßspitzen und Vegetationspunkte wurden unter dem binokularen Mikroskop mit einer zugeschliffenen Nadel zerspalt. Die Teilstücke krümmen sich nach innen. Dadurch wird die Existenz tangentialer Druckspannungen in der Oberfläche bewiesen; solche Spannungen mußten nach des Verfassers Faltungstheorie des Vegetationspunktes erwartet werden.

Die plasmolytisch-volumetrische Methode und ihre Anwendbarkeit zur Messung des osmotischen Wertes lebender Pflanzenzellen; von Karl Höfler. (Mit 3 Abbildungen im Text.) Die Methode unterscheidet sich von der bisher üblichen grenzplasmolytischen Methode dadurch, daß sie außer ganz schwacher, eben nur wahrnehmbarer Plasmolyse, sogenannter „Grenzplasmolyse“, auch die stärkeren Grade der Plasmolyse betrachtet, und zwar zunächst zahlenmäßig charakterisiert: Der Grad der Plasmolyse G ist z. B. $= \frac{3}{5} = 0,60$, wenn der plasmolysierte Protoplast $\frac{3}{5}$ vom Zellhohlraum ausfüllt. G kann für zylindrische Pflanzenzellen leicht durch mikroskopische Messung auf 2 Dezimalen genau bestimmt werden. — Wenn nun in einer Lösung von bekannter Konzentration C in einer Zelle Plasmolyse vom Grade G eingetreten ist, so läßt sich hieraus der ursprüngliche osmotische Wert O für die individuelle Einzelzelle berechnen nach der Gl. $O = C \times G$. Ist in einer Außenlösung von 0,40 GM Rohrzucker $G = \frac{3}{5}$, so war vor der Plasmolyse der osmotische Zellwert $O = 0,40 \times \frac{3}{5} = 0,24$ GM Rohrzucker.

Über prähistorische Reste des Einkorns (Triticum monococcum L.) und des Spelzes (Tr. Spelta L.) aus Süddeutschland; von A. Schulz. In einer von Prof. H. Räbel auf der Ehrenbürg bei Forchheim in Bayern in

einer Siedelung aus der Zeit der Hallstattstufe A aufgefundenen Probe von verkohlten Getreideresten wies Verf. Reste des gew. Weizens, *Triticum vulgare*, des Eingrannigen Einkorns, *Tr. monococcum monather*, des Spelzes, *Tr. Spelta* und einer Saatgerstenform nach. Bisher waren vom Einkorn in Deutschland mit Sicherheit nur neolithische Reste, und zwar bei Schussenried in Württemberg aufgefunden worden. Sichere prähistorische Reste des Spelzes waren aus Deutschland bisher überhaupt noch nicht bekannt. In bronzezeitlichen Pfahlbauten der Westschweiz gefundene Reste waren bisher die einzigen bekannten prähistorischen Reste dieser Formengruppe.

Conspectus analyticus Fusariorum; von H. W. Wollenweber. 59 Arten und 6 Varietäten der Gattung Fusarium der Fungi imperfecti, darunter wichtige Schädlinge unserer Nutzpflanzen, werden bestimmt und nach 12 Gruppen mit Untergruppen () und Reihen [] geordnet wie folgt: Eupionnotes (Aquaeductum, Chlamydospora), Sporotrichiella, Arthrosporiella, Roseum¹⁾, Gibbosum, Lateritium, Discolor (Neesiola, Erumpens, Spicarioides), Saubinetii, Elegans (Orthocera, Oxy-sporum [Cyanostroma, Pallens]), Martiella, Pseudomartiella, Ventricosum. Gruppenmerkmale sind: Vorkommen und Bau von Chlamydosporen, Conidien, Sporodochien, Pionnotes; Artmerkmale: Der feinere Bau der Conidien, das Vorkommen von Sclerotien, Microconidien und besonderen Farben. Neue Varietäten: F. herbarum (Cda.) Fr. var. gibberelloides, F. fructigenum Fr. var. majus. Von einigen Arten wie F. herbarum, fructigenum, lolii usw. werden Ergänzungen, insbesondere der Verbreitung mitgeteilt. Als Belege dieser Ergebnisse dienen die Reinzüchtungen, die als „Fusaria culta exsiccata“, sowie die Abbildungen, die in der Sammlung „Fusaria autographice delineata“ herausgegeben sind mit dem Index der Arten in Annales mycologici XV, 1—56, 1917.

Über Fusarium roseum Link; von H. W. Wollenweber. Link hat zwei Originalexsiccate seines Fusarium roseum hinterlassen. Das erste entspricht auch seiner Originalabbildung nach dem Typ der Conidienform (= F. sambucinum Fuck.) des Ascomyceten Gibberella cyanogena (Desm.) Sacc., das zweite dem der Conidienform (= F. caricis Oud.) von Gibberella flacca (Wallr.) Sacc. — Es gibt ferner ein Originalexsiccate des Fusisporium roseum Link, das unserem heutigen Fusarium herbarum (Cda.) Fr. entspricht. Diesen Tatsachen gegenüber steht die von Woronin ausgehende und neuerdings von Naumoff (1914) vertretene Annahme, daß F. roseum L. als Conidienform zu Gibberella Saubinetii (Mont.) Sacc. gehöre. Die mittleren Ausmaße der Conidien von G. Saubinetii, G. flacca, G. cyanogena und F. herbarum sind entsprechend: 3—5-septiert 30—60 \times 4,25—5,5 μ , 5-sept. 38—48 \times 5 μ , 3—5-sept. 24—37 \times 4—5,25 μ , 3-sept. 20—40 \times 2,5—3,5 μ . Sie unterscheiden sich durch die Form der Sporodochien und durch Größe und Form der Conidien sowie durch ihre Schlauchform, die nur von F. herbarum nicht bekannt ist. Fusarium roseum ist am besten zu streichen wegen der unklaren Fassung seines Artbegriffs, die dazu geführt hat, daß später mindestens ein Dutzend Arten irrtümlich für F. roseum gehalten worden sind, wie die zahlreichen Exsiccate verschiedener Sammlungen beweisen.

Die Anpassung eines Pilzes (Anthomyces Reukaufii) an den Blütenbau und den Bienenrüssel; von J. Größ. (Mit 1 Tafel und 1 Textabb.) Der in den Nectarien vieler Blüten vorkommende und von Reukauf entdeckte Saccharomycet wird vom Verf. deswegen als Anthomyces Reukaufii bezeichnet. Dieser Pilz bildet hauptsächlich 2 Sproßformen aus: eine ovale und eine gracile, von denen die erste hauptsächlich auf Nährböden oder in Nährflüssigkeiten kulturell auftritt, die andere in Blüten. Die aus diesen

¹⁾ Die schräg gedruckten Namen sind am Schlusse der Arbeit mit latein. Diagnose versehen.

beiden Vegetationsformen hervorgehenden Zellsprossungen werden als Strauchkolonie und Netzkolonie unterschieden. In letzterer erscheinen meist kurze Sproßverbände (Di-, Tri- und Tetraden), welche eine gewisse Anpassung an den Blütenbau und den Bienenrüssel zeigen. Auf diesem überwintert der Pilz, der dann im Frühjahr besonders durch Hummeln verbreitet wird. Impft man die ovale Sproßform des Pilzes in Blüten ein, so geht daraus meist die gracile Form hervor. Überhaupt variiert der Pilz sehr in seinen Formen und neigt vielfach zu Rassenbildung, die häufig dem Blütenbau angepaßt ist. Bei einigen Kulturversuchen wurden schließlich noch interessante monströse Formen des Pilzes beobachtet.

Band 36, Heft 1, 1918.

(Ausgegeben am 24. April 1918.)

Die angebliche Fettspeicherung immergrüner Laubblätter; von Arth. Meyer. Der Autor weist nach, daß die in mehrere Jahre lebenden Laubblättern vorkommenden Öltropfen nicht, wie noch Czapek (Biochem. d. Pflanzen, 1913, S. 751) annimmt, aus Fett bestehen, sondern größtenteils aus flüchtigen Substanzen. Er betrachtet sie als Sekrettropfen und nennt das Sekret Mesophyllsekret (kurz Mesekret). Die Beziehung des Mesekretes zum Assimilationssekret muß noch näher untersucht werden.

Über die Fucosanblasen der Phäophyceen; von Harald Kylin. (Mit 2 Abbildungen im Text.) Die Fucosanblasen der Phäophyceen sind eigentümlich ausgebildete Vakuolen. Sie werden von den Chromatophoren gebildet, und zwar unter der Einwirkung des Lichtes. Sie enthalten wahrscheinlich mehrere im Wasser gelöste Stoffe. Besonders charakteristisch ist aber das Fucosan. Dieser Stoff steht den Gerbstoffen am nächsten, wird nach dem Absterben der Alge braun gefärbt und gibt dabei Phykophäin, welches früher als ein Chromatophorenfarbstoff gedeutet worden ist. Die Phäophyceen bilden bei ihrer Assimilation Glykose, die aber nicht angehäuft wird, sondern in mehreren Fällen in ein dextrinähnliches Kohlehydrat, das Laminarin, umgewandelt wird. Das Laminarin ist ein Reservestoff. Als Reservestoffe können auch Fett und Mannit vorkommen.

Wundcallus und Bacterientumore; von Werner Magnus. Die von *Bacterium tumefaciens* auf Mohrrübenscheiben hervorgerufenen Gewebeneubildungen stehen in Beziehung zur normalen Wundcallusbildung. Wie diese sind sie am apicalen Pol wesentlich gefördert. Basale Krebsneubildungen hemmen correlative apicale Wundcallusbildung. Die Auffindung von angeblich tumorerzeugenden Eigenschaften von anderen Bakterienstämmen mit der Rübenscheibenmethode (Blumenthal und Hirschfeld) hätte mit diesen Umständen rechnen müssen.

Über das geotropische Verhalten entstärkter Keimpflanzen und den Abbau der Stärke in Gramineen-Koleoptilen; von Clara Zollikofer. Durch 1–4-tägige Belichtung von Keimpflanzen und darauffolgende mehrtägige Dunkelkultur wurden völlig stärkefreie, noch wachstumsfähige Keimstengel erhalten, die wohl auf phototropische, aber nicht mehr auf geotropische Reizung reagierten. Nach kurzer Kultur im Lichte traten mit der Regeneration beweglicher Stärke wieder geotropische Krümmungen auf. Bei Keimpflanzen von *Hordeum vulgare* und *Sorghum vulgare* fällt der Abbau der beweglichen Stärke in der Koleoptilenspitze mit dem Rückgang der geotropischen Empfindlichkeit zusammen. All dies spricht für die Statolithenfunktion der Stärke. Die Widerstandsfähigkeit der Statolithen von Dunkelkeimlingen steht im Zusammenhang mit ihrem Etiolement.

Abstammung und Heimat des Roggens; von A. Schulz. Der Roggen, *Secale cereale*, stammt von *S. anatolicum* Boissier, einer der Formen des Formenkreises *S. montanum* Gressone (im weiteren Sinne).

Wahrscheinlich ist er aus dieser in der Kultur in Turkestan entstehenden und von hier auf zwei verschiedenen Wegen und zu zwei verschiedenen Zeiten in das westlichere Europa gelangt. Nach Deutschland gelangte er zuerst zu der Zeit, als im nördlicheren Deutschland die Hallstattkultur herrschte. Damals wurde er hi in Schlesien, der sächsischen Oberlausitz, der Provinz Sachsen und wahrscheinlich auch in Westfalen angebaut. Später haben ihn die Germanen von neuem in Deutschland eingeführt und ausgebreitet.

Band 36, Heft 2, 1918.

(Ausgegeben am 27. Mai 1918.)

Über Mosaikpanaschierung und verwandte Erscheinungen; von E. Küster. Erörterungen über Mosaikpanaschierung, mosaikähnlich gezeichnete *Coleus*-Arten und ähnl. Verfasser führt die Mosaikzeichnung (ebenso wie die sektorale Zeichnung und Differenzierung der Laub- und Blütnsprosse) auf „inäquale Teilungen“ zurück, d. h. auf solche, bei welchen zwei verschieden begabte Tochterzellen aus einer Mutterzelle sich entwickeln. Es folgen theoretische Betrachtungen über den mutmaßlichen Charakter der „inäqualen Teilungen“, ihre Beziehungen zur heterozygotischen Veranlagung der Individuen u. a.

Über einige durch schmarotzende Cuscuta hervorgerufene Gewebeveränderungen bei Wirtspflanzen; von C. Gertz. Von *Cuscuta*-Haustorien angegriffene Pflanzenteile erleiden eine quantitative und, bei einigen Pflanzen, auch eine qualitative Veränderung. Letzteres gilt von *Solanum nigrum* und *Datura Stramonium* sowie auch gewissermaßen von *Elsholzia cristata*. Beinahe ausschließlich quantitativ sind die Veränderungen bei *Impatiens parviflora*, *Bryophyllum calycinum*, *Portulaca oleracea*. Im allgemeinen liegen sowohl Hemmungsbildungen als Meta- und Hyperplasmen vor. An die Stelle eines anatomisch-physiologisch differenzierten Parenchyms tritt ein verhältnismäßig homogenes Gewebe, welches von oft abnorm großen, durch vermehrte Streckung entstandenen Zellen gebildet wird. Ohne deutliche Grenze geht dieses Gewebebild in dasjenige über, das kataplastische Hyperplasie kennzeichnet. Eine ganz neue Gewebedifferenzierung tritt bei *Solanum* und *Datura* auf, wo sich gewisse Elemente zu Steinzellen (Sklereiden) ausbilden, was auf einen Ansatz zu protoplastischer Hyperplasie hindeutet. Zunächst sind die erwähnten Gewebeveränderungen mit Intumeszenz und Kallus-artigen Proliferationen zu parallelisieren.

Über die Absorptionskurve des grünen Farbstoffes lebender Blätter; von A. Ursprung. Einige umstrittene Punkte wurden nachgeprüft, so die Lage von Band I und die Ursache seiner Verschiebung, die Absorption im Grün und Ultrarot.

Über die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung; von A. Ursprung. Die assimilatorische Wirkung von Strahlen verschiedener Wellenlänge, aber gleicher Energie, wird verglichen durch die Stärkemenngen, die sie in Bohnenblättern erzeugen. Im sichtbaren Teil des Spektrums steigt die Stärkebildung vom äußersten Rot steil an bis BC und fällt von hier langsam bis zum violetten Ende, wobei aber jedem Absorptionsmaximum ein Assimilationsmaximum entspricht. Assimilations- und Absorptionskurve decken sich weitgehend vom äußersten Rot bis ins Grün. Von hier steigt die Absorptionskurve wieder an, während die Assimilationskurve weiterfällt. Es ließ sich wahrscheinlich machen, daß die Abweichung der Assimilationskurve im Blau und Violett auf Kohlensäuremangel beruht.

Die Resultate im Ultrarot wurden zwar nicht bei gleicher Energie erhalten, sind aber trotzdem bemerkenswert, weil es zum erstenmal gelang, Stärkebildung im Ultrarot nachzuweisen, nachdem sie Verfasser schon früher für Ultraviolett sichergestellt hatte.

Die Arbeit schließt mit einer Korrektur der Engelmannschen Kurven und einer Diskussion der Engelmannschen Gleichung.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 38.

20. September 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel.
Von *Dipl.-Ing. Alb. Betz, Göttingen.* S. 557.

Zur Frage des Vorkommens von Kretinen und
Albinos in Lerbach im Harz. Von *Dr. Erich
Ebstein, Leipzig.* S. 562.

Ueber Irrlicht und St. Elmsfeuer. Von *Dr. B.
Brandt, Belzig i. Mark.* S. 565.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Eisenbahnverbindung Ceylons mit Vorderasien.
Die Ursache der Klimaschwankungen. Ein neues
Luftfilter. Weitere Untersuchungen über die
Bakteriensymbiose bei *Ardisia crispa*. Ersatz-
stoffe aus dem Pflanzenreich. Ueber den Einfluß
der Temperatur auf Größe und Beschaffenheit
von Zelle und Kern. S. 566–568.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Der endemische Kropf

mit besonderer Berücksichtigung
des Vorkommens im Königreich Bayern

Von

Dr. A. Schittenhelm

a. o. Professor der klinischen
Propädeutik

und

Dr. W. Weichardt

a. o. Professor und 2. Direktor der Kgl.
bakteriologischen Untersuchungsanstalt

an der Universität Erlangen

Mit 17 Textabbildungen und 2 Tafeln

1912 — Preis M. 9.—; gebunden Preis M. 9.80

Hierzu Teuerungszuschlag

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagehandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Dem naturwissenschaftlichen Forscher unentbehrlich! Handwörterbuch der Naturwissenschaften



Das Gesamtgebiet der Naturw. umfassend: 10 Bände mit über 12000 Seiten Text u. 8863 Abb. Preis 277 Mk. gebunden. Zur Erleichterung der Anschaffung werden bequeme Monats- oder Quartalsraten eingeräumt. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang.

Prospekt kostenfrei.

Hermann Meusser Buchhandlung
BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kürzlich erschien:

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Von

Dr. W. Ahrens in Rostock

Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben
mit Wasser aufgekocht sofort ge-
brauchsfertige Nährböden



Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10ccm Wasser
eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und
Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pil-
len in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

20. September 1918.

Heft 38.

Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel.

Von Dipl.-Ing. Alb. Betz, Göttingen.

Wenn Luft gegen einen Körper strömt, so übt sie auf diesen eine Kraft aus, welche im allgemeinen mit der Strömungsrichtung der Luft einen Winkel bilden wird (Gesamtkraft, Fig. 1). Man pflegt diese Kraft in zwei Komponenten zu zerlegen, von denen die eine in die Stromrichtung fällt, während die andere senkrecht dazu steht. Die erstere Komponente bezeichnet man als *Widerstand*, die andere als *Auftrieb*. Daß man gerade die angegebene Zerlegung wählt, hat einen praktischen Grund, indem bei einem Flugzeug der Auftrieb den Apparat in der Luft schwebend erhält oder sogar in die Höhe trägt, während der Widerstand die Bewegung hemmt und durch Luftschraube und Motor überwunden werden muß. Der Auftrieb ist also der nützliche, der Widerstand der schädliche Anteil der Luftkraft. Die Begriffe Auftrieb und Widerstand sind aber auch

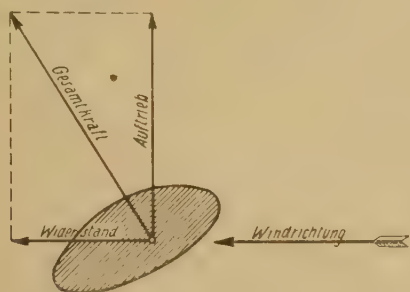


Fig. 1. Zerlegung der gesamten Luftkraft in die beiden Komponenten Widerstand (in der Windrichtung) und Auftrieb (senkrecht zur Windrichtung).

vom theoretischen Standpunkt aus von Bedeutung, indem die Strömungsvorgänge, welche die beiden Kraftkomponenten verursachen, wesentlich voneinander verschieden sind. Die Erscheinungen, welche mit dem Widerstand zusammenhängen, sind sehr viel schwieriger theoretisch zu behandeln, so daß wir hierüber in den meisten Fällen kaum mehr als qualitative Aussagen machen können. Der Auftrieb und die mit ihm zusammenhängenden Erscheinungen bieten dagegen erheblich geringere Schwierigkeiten. Es hängt dies damit zusammen, daß sich die Theorie im wesentlichen nur mit einer bestimmten Art von Strömungsvorgängen befaßt, der sogenannten *Potentialströmung*, welche der theoretischen Behandlung am leichtesten zugänglich ist. Es sind dies jene Bewegungen, welche eine ideale Flüssigkeit, d. h. eine ohne innere Reibung ausführen würde.

Wegen der verhältnismäßig geringen inneren Reibung in Luft (auch in Wasser) sind die wirklichen Vorgänge nun zwar in der Regel nicht erheblich von der Potentialströmung verschieden, so daß die darauf bezüglichen theoretischen Ergebnisse immerhin praktische Bedeutung haben. Aber für den *Widerstand* sind gerade die geringen *Abweichungen* von der Potentialbewegung ausschlaggebend: die reine Potentialströmung ergibt stets den Widerstand Null. *Auftrieb* erhält man dagegen auch bei reiner Potentialbewegung, allerdings nur unter gewissen Voraussetzungen, aber unter solchen, welche die theoretische Behandlung nicht sehr erschweren. *Infolgedessen besteht für den Auftrieb eine verhältnismäßig weit entwickelte und auch praktisch gut verwendbare Theorie.* Deren Grundgedanken sollen im folgenden auseinander gesetzt werden.

1. Ebene Strömungsvorgänge.

Um unsere Aufgabe zu erleichtern, denken wir uns zunächst einen Tragflügel, dessen seitliche Enden so weit entfernt sind, daß ihr störender Einfluß an der Stelle, welche wir betrachten wollen, nicht mehr merklich ist. Auf die Wirkung der Flügelenden selbst kommen wir später noch besonders zu sprechen. Wir wollen also vorerst einen Flügel von unendlicher Spannweite betrach-

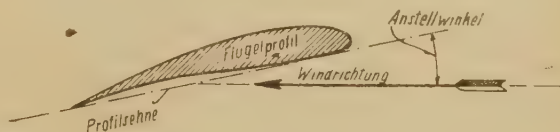


Fig. 2.

ten, der außerdem an jeder Stelle dieselbe Querschnittsfigur (Profil) und denselben Anstellwinkel (Winkel zwischen der Strömungsrichtung und einer im Profil festgelegten Geraden, meistens der Sehne, welche das Profil an der Unterseite berührt, s. Fig. 2) besitzen soll. Wird ein solcher Flügel von der Luft senkrecht zu seiner (unendlich langen) Längsachse angeströmt¹⁾, so ist kein Querschnitt von einem anderen unterschieden; es ist also gleichgültig, welchen wir betrachten, da in jedem

¹⁾ In Wirklichkeit bewegt sich der Flügel in ruhender Luft. Physikalisch kommt es aber nur auf die relative Bewegung zwischen Luft und Körper an. Wir können deshalb den Vorgang auch so betrachten, daß der Körper ruht und die Luft sich bewegt. Dadurch gewinnen wir für die Behandlung der Aufgabe den Vorteil, daß der Strömungsvorgang *stationär* wird, d. h. daß das Strömungsbild sich mit der Zeit nicht ändert. Bei Bewegung des Flügels würde die damit verbundene Strömung an uns vorüber wandern, also nicht stationär sein.

dasselbe stattfindet; da auch keine Seitenrichtung ausgezeichnet ist, so haben die Luftteilchen keine Veranlassung, aus der Symmetrieebene, wie sie durch jeden Querschnitt senkrecht zur Flügelachse dargestellt ist, herauszutreten, ihre Bewegung verläuft vollständig in dieser Ebene. Es genügt also, wenn wir den Vorgang in irgend einer dieser Querschnittebenen betrachten. Wegen des ebenen Verlaufs des Strömungsvorganges nennt man die Bewegung um einen solchen unendlich langen Zylinder auch *ebene Strömung* und die damit zusammenhängenden Fragen in ihrer Gesamtheit das *ebene Problem*.

In Fig. 3 ist ein solcher Flügelquerschnitt mit einigen Stromlinien (mit Pfeilen, welche die Stromrichtung andeuten) dargestellt. Wenn die Fläche einen Auftrieb erfahren soll, so muß offenbar der Luftdruck auf der Unterseite durchschnittlich größer sein als auf der Oberseite.

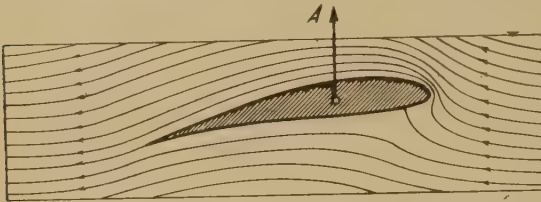


Fig. 3. Mit Auftrieb verbundene Potentialströmung um ein Flügelprofil. Die Stromlinien auf der Oberseite sind zusammengedrängt, was Erhöhung der Geschwindigkeit verbunden mit Druckabnahme bedeutet. Auf der Unterseite ist das Entgegengesetzte der Fall: Auseinanderziehung der Stromlinien, Geschwindigkeitsverminderung, Druckzunahme.

NB. Diese und die folgenden Strömungsfiguren sind quantitativ nicht vollständig richtig. Im Interesse einer größeren Deutlichkeit ist manches übertrieben.

Nun hängt aber der Druck gesetzmäßig von der Geschwindigkeit an der betreffenden Stelle ab; und zwar ist großer Druck mit kleiner Geschwindigkeit verbunden und umgekehrt. Mit dem Auftrieb der Fläche ist also auch notwendig verbunden, daß die Geschwindigkeit im Durchschnitt auf der Oberseite des Flügels größer ist als auf der Unterseite. Wir können uns eine solche mit Auftrieb verbundene Strömung aus zwei Komponenten zusammengesetzt denken: einer *Translationsströmung*, bei welcher die Geschwindigkeiten¹⁾ auf der Ober- und Unterseite des Flügels durchschnittlich gleich sind, die also keinen Auftrieb ergibt, und einer *Zirkulationsströmung* rings um den Flügel herum (Fig. 4 und 5)²⁾. Beide Arten von Bewegung sind als Potentialströmung möglich. Wenn man die Geschwindigkeiten der beiden Strömungen an jedem Punkte geometrisch addiert (d. h. ebenso wie man Kräfte nach dem Kräfteparallelogramm zusammensetzt), so erhält man wieder eine Potentialströmung und es ist

¹⁾ Genauer die Quadrate der Geschwindigkeiten.

²⁾ Vergl. hierzu Prandtl, Abriß der Lehre von der Flüssigkeits- und Gasbewegung (Fischer, Jena 1913) Seite 10. = Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Artikel Flüssigkeitsbewegung (und Gasbewegung).

leicht einzusehen, daß nun die Geschwindigkeiten auf der Oberseite größer geworden sind, da sie gleich gerichtet sind und sich verstärken, während sie auf der Unterseite einander entgegengesetzt sind, so daß durch die geometrische Addition nur die Differenz der Absolutwerte der Geschwindigkeiten sich ergibt. Die resultierende Geschwindigkeit der Unterseite ist also durch die Überlagerung der beiden Strömungen vermindert worden. Wir haben demnach durch Hinzufügen der Zirkulationsströmung zur auftriebslosen Translationsströmung eine Bewegung erhalten, welche mit Auftrieb verbunden ist. Um diesen Auftrieb in eine formelmäßige Beziehung zur Stärke der beiden Strömungskomponenten bringen zu können, müssen wir uns nach einem geeigneten Maß für die Intensität dieser Strömungen umsehen. Bei der reinen Translationsbewegung ist dieses Maß sehr natürlich durch die Strö-

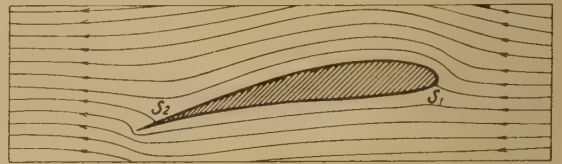


Fig. 4. Auftriebsfreie Potentialströmung um ein Flügelprofil. Die Drücke auf der Ober- und Unterseite sind durchschnittlich gleich. S_1 = vorderer, S_2 = hinterer Staupunkt. S_2 liegt auf der Oberseite des Flügels; die Flüssigkeit strömt um die Hinterkante des Flügels herum.

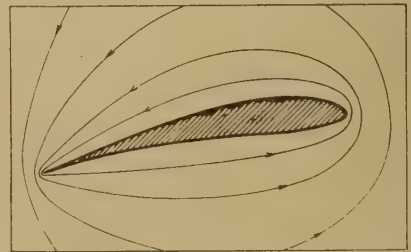


Fig. 5. Zirkulationsströmung um den Flügel. Durch Überlagerung dieser Strömung über die in Fig. 4 dargestellte auftriebsfreie Strömung ergibt sich die mit Auftrieb verbundene Strömung nach Fig. 3.

mungsgeschwindigkeit v der Luft in großer Entfernung vor dem Flügel gegeben (bzw. durch die Fluggeschwindigkeit, welche gleich und entgegengesetzt zu v ist). Für die Zirkulationsbewegung hat sich folgendes Maß als zweckmäßig erwiesen: Bildet man den Mittelwert der Geschwindigkeit längs einer der in sich geschlossenen Stromlinien (Fig. 5), und multipliziert diesen mit der Länge der Stromlinie, so zeigt sich, daß der so erhaltene Wert (bei Potentialbewegung) unabhängig ist von der Wahl der Stromlinie (die kürzeren Stromlinien haben entsprechend größere Geschwindigkeit, als die längeren). Dieser Wert ist deshalb ein charakteristisches Maß für die Stärke der Zirkulationsströmung. Man bezeich-

net ihn als *Zirkulation* Γ ¹⁾. Es läßt sich nun zeigen, daß ein aus dem unendlich langen Flügel herausgeschnittenes Stück von der Breite b (in Richtung der Spannweite gemessen) einen Auftrieb A erfährt, welcher gegeben ist durch die Formel

$$A = \rho b v \Gamma, \dots \dots \dots (1)$$

wobei ρ die Luftdichte (spez. Gewicht dividiert durch Fallbeschleunigung) bedeutet²⁾. Ohne auf den genauen Beweis dieser Formel einzugehen, dürfte der darin ausgedrückte Zusammenhang nach dem im vorhergehenden Gesagten auch einigermaßen einleuchtend sein. Bei $v = 0$ (reine Zirkulationsströmung) und bei $\Gamma = 0$ (reine Translationsströmung) ist kein Auftrieb vorhanden, er ist vielmehr jeder dieser Strömungskomponenten proportional. Daß er der Luftdichte und der Breite des betrachteten Flügelstückes proportional ist, versteht sich ja wohl ohne weiteres von selbst.

Wenn man die Zirkulations- und die Translationsgeschwindigkeit im gleichen Verhältnis ändert, so ändert man damit nur die Größe der resultierenden Geschwindigkeit, nicht aber ihre Richtung, infolgedessen bleiben auch die Stromlinien die gleichen, die ja die Strömungsrichtung in jedem Punkte angeben. Die Gestalt der Stromlinien hängt deshalb außer von dem umströmten

Profil nur von dem Verhältnis $\frac{\Gamma}{v}$ (Zirkulation: Translationsgeschwindigkeit) ab, nicht aber von jeder einzelnen dieser beiden Größen.

Durch diese Überlegungen haben wir den Auftrieb in Zusammenhang gebracht mit der geometrischen Gestalt des Strömungsbildes, gekennzeichnet durch das Verhältnis der beiden Größen: Fortschrittggeschwindigkeit v und Zirkulation Γ . Die nächste Frage ist nun, wie dieses Strömungsbild mit der Gestalt des Flügelprofils zusammenhängt. Auch über diese Frage gibt die Theorie Aufschluß; und zwar spielt dabei die Hinterkante des Profils eine wesentliche Rolle, die auch bei allen praktisch brauchbaren Profilen einigermaßen deutlich vorhanden ist. Beim Umströmen einer scharfen Kante (Fig. 4) treten nämlich sehr starke Geschwindigkeits- und Druckunterschiede in der Nähe dieser Stelle auf, welche zur Ablösung eines Wirbels Anlaß geben (Fig. 6). Unter dem Einflusse dieses Wirbels verändert sich dann der Strömungsverlauf in dem Sinne, daß nach sehr kurzer Zeit keine Stromlinie mehr um die Kante herum geht. Der Wirbel vergrößert sich solange, bis diese Wirkung erreicht

ist. Tatsächlich findet der geschilderte Vorgang am Tragflügel beim Beginn der Bewegung statt. Im ersten Moment hat man eine Strömung nach Fig. 4, aber gleich darauf beginnt die Wirbelbildung nach Fig. 6. Sobald der Wirbel die erforderliche Größe erreicht hat, wandert er mit der Strömung nach hinten weg. Das Strömungsbild um das Profil bleibt aber dauernd geändert (Fig. 3 bzw. 7)¹⁾. Dieser Vorgang ist bald beendet und in kurzer Zeit befindet sich der Wirbel in solcher Entfernung, daß er auf die Strömung in der Nähe des Flügels keinen weiteren merklichen Einfluß mehr hat als die bleibende Verwandlung der zirkulationslosen Strömung in eine solche mit Zirkulation²⁾. Um diesen tatsächlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen, müssen wir daher auch bei der Potentialströmung, welche wir ja, wie erwähnt, wegen ihrer bequemerem mathematischen Zugänglichkeit an Stelle der wirklichen Strömung betrachten, die Forderung aufstellen, daß kein Umströmen der Flügelhinterkante vorkommt. Nun liegen die beiden „Staupunkte“ S_1 und S_2 , in denen sich die Strömung vor dem Flügel teilt und hinter ihm wieder zusammenschließt (Fig. 4), je nach der Stärke der Zirkulation verschieden. Wir müssen also die Zirkulation so wählen, daß der hintere Staupunkt gerade mit der Hinterkante des Flügels zusammenfällt, daß sich die Stromlinien also gerade an der Hinterkante wieder zusammenschließen.



Fig. 6. Durch die Bildung eines Wirbels an der Hinterkante des Flügels beim Beginn der Bewegung wird die ursprünglich auftriebsfreie Strömung (Fig. 4) in die mit Auftrieb verbundene Strömung (Fig. 3) abgeändert. Nach seiner Ausbildung wandert der Wirbel mit der Strömung vom Flügel ab; es bleibt nur die Strömung nach Fig. 3 bestehen.

ben. Durch diese Bedingung ist bei gegebener Fahrtgeschwindigkeit und Profilform die Zirkulation und damit der Auftrieb eindeutig festgelegt³⁾.

In Wirklichkeit haben wir nun keine reine Potentialströmung. Die Abweichung besteht hauptsächlich darin, daß sich die Stromlinien hinter dem Profil überhaupt nicht mehr vollständig zusammenschließen, sondern eine Art „Totwasser“ (wirbelige Schicht) zwischen sich lassen (Fig. 7).

¹⁾ Vgl. Prandtl, Abriß der Lehre von der Flüssigkeits- und Gasbewegung (Fischer, Jena 1913) S. 18 und 19. = Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Artikel Flüssigkeitsbewegung (und Gasbewegung).

²⁾ Funktionentheoretisch hat eine Potentialströmung mit Zirkulation notwendig eine singuläre Stelle (die meist ins Unendliche verlegt wird), welche einem Wirbel entspricht. Es ist das eben der Wirbel, welcher beim Beginn der Bewegung entsteht.

³⁾ Analytisch läßt sich der Zusammenhang in einfacher Weise zwar nur bei bestimmten Profilformen aufstellen. Durch Näherungsmethoden, insbesondere durch graphische, kann man aber den Zusammenhang prinzipiell für jede beliebige Form finden.

¹⁾ Mathematisch ausgedrückt ist $\Gamma = \int v \cdot ds$ über

eine beliebige den Flügel umschließende Kurve, wobei ds das Linienelement der Kurve und v die in die Richtung von ds fallende Komponente der Strömungsgeschwindigkeit an der betreffenden Stelle bedeuten.

²⁾ Bei m-kg-sek-Einheiten ist ρ für Luft unter normalen Verhältnissen ungefähr $\frac{1}{8} \frac{\text{kg} \cdot \text{sek}^2}{\text{m}^4}$.

Dabei geht die untere Begrenzungslinie dieses Totwassers bei den üblichen Profilformen und nicht zu kleinen Anstellwinkeln von der Hinterkante aus. Diese Abweichung von der Potentialbewegung ist zwar bei guten Profilen nur unbedeutend, sie hat aber doch zwei wesentliche Folgen: Einmal wird zur Erzeugung des wirbeligen Totwassergebietes Energie verbraucht, was sich durch Auftreten eines Widerstandes in der Strömungsrichtung geltend macht (die reine Potentialströmung ist ohne Widerstand). Dann wird aber durch den geänderten Strömungsverlauf auch die Größe der Zirkulation vermindert, also der Auftrieb verkleinert. Daß dies der Fall ist, geht aus folgender Überlegung hervor: Die wirkliche Strömung bildet offenbar ein Mittelding zwischen einer Potentialströmung, bei welcher sich die Stromlinien an der Hinterkante (untere Begrenzung des Totwassers) schließen und einer solchen, bei welcher sie nach ihrer Wiedervereinigung in die obere Begrenzung des Totwassers übergehen, bei welcher also der Staupunkt auf der Oberseite des Flügels liegt. Die erste Strömung ist die besprochene theoretische Strömung; die letztere nähert sich mehr der zirkulationsfreien Bewegung (Fig. 4), hat also weniger Zirkulation als die theoretische. Da die wirkliche Strömung

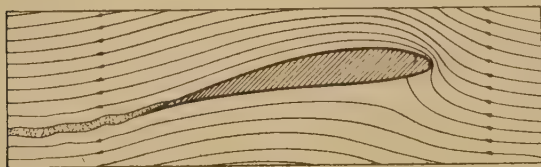


Fig. 7. Wirkliche Strömung um ein Flügelprofil. Die Strömung schließt sich an der Hinterkante nicht mehr vollständig zusammen. Es bleibt ein „Totwasser“. Hierdurch wird die Zirkulation und damit der Auftrieb kleiner als bei der theoretischen Potentialströmung (Fig. 3).

zwischen beiden liegt, so ist einleuchtend, daß sie ebenfalls weniger Zirkulation hat als die theoretische Potentialströmung, bei der sich die Stromlinien an der Hinterkante schließen. Will man beim Ersatz dieses wirklichen Vorganges durch eine Potentialströmung den tatsächlichen Verhältnissen noch etwas näher kommen, als es durch die oben angegebene Bedingung für die Zirkulation der Fall ist, so wird man den Zusammenschluß der Stromlinien nicht an die Hinterkante verlegen, sondern so, daß die vom hinteren Staupunkt ausgehende Stromlinie ungefähr in die Mitte des Totwassers fällt; man kann dadurch auf jeden Fall erreichen, daß der theoretische Auftrieb mit dem tatsächlichen übereinstimmt und erhält dann in der Potentialströmung eine fast exakte Wiedergabe der wirklichen Bewegung. Nur im Totwassergebiet und insbesondere in der Nähe der Hinterkante ergeben sich gänzlich andere Verhältnisse, indem z. B. beim Umströmen der Hinterkante, wie es jetzt bei der Potentialbewegung

vorausgesetzt ist, unendlich große Geschwindigkeiten auftreten, was natürlich physikalisch ein Unding ist. Aber diese Unstimmigkeiten sind nur auf ein ganz kleines Gebiet beschränkt, an allen anderen Stellen stimmt die theoretische Strömung praktisch so gut wie vollständig mit der tatsächlichen überein. Die Fig. 8 u. 9 geben ein Bild von den Verhältnissen, wie sie der Theorie und der Wirklichkeit entsprechen. Sie stellen die an einem geeigneten Profil gemessenen und nach der Theorie berechneten Drücke dar.¹⁾ Da die Unterdrücke proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit an der betreffenden Stelle sind, so geben sie gleichzeitig die

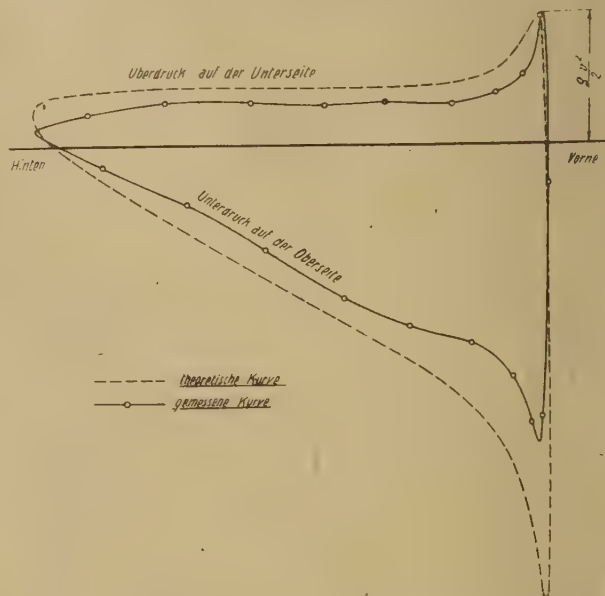


Fig. 8. Vergleich zwischen der aus der Theorie und nach Messungen sich ergebenden Druckverteilung längs der Oberfläche eines Profils (die Gestalt des Profils ist dieselbe wie in den Strömungsfiguren 3—5 und 7). Die Punkte des Profilmfanges sind auf die Abszissenachse (die horizontale gerade Linie) projiziert; von da aus sind die an den betreffenden Punkten herrschenden Überdrücke nach oben, bzw. die Unterdrücke nach unten aufgetragen. Die über der Abszissenachse liegende Fläche, welche von der Kurve der auf die Flügelunterseite wirkenden Überdrücke begrenzt ist, stellt den vom Überdruck auf der Unterseite herrührenden Teil des Auftriebs dar. Entsprechend stellt die von der Abszissenachse und der Unterdruckkurve eingeschlossene Fläche den vom Unterdruck auf die Flügeloberseite herrührenden Auftriebsanteil dar. Die ganze von der Druckverteilungskurve eingeschlossene Fläche entspricht dem Gesamtauftrieb.

Geschwindigkeitsverteilung wieder. Die von einer solchen Druckverteilungskurve eingeschlossene Fläche ist dem Auftrieb proportional. In Fig. 8 ist die theoretische Kurve eingezeichnet, welche man erhält, wenn man die Stromlinien nach Fig. 3 an der Hinterkante zusammentreffen

¹⁾ Näheres über diese Versuche enthält die Originalveröffentlichung: Betz, Untersuchung einer Schukowskyschen Tragfläche (22. Mitteilung aus der Göttinger Modellversuchsanstalt), Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, VI. Jahrg. S. 173 ff.

läßt. Der tatsächliche Auftrieb ist, wie nach dem vorhergehenden zu erwarten war, kleiner als der theoretische und zwar um ungefähr 25 % (die von der ausgezogenen Kurve eingeschlossene Fläche ist kleiner als die von der gestrichelten). Im übrigen zeigen aber die beiden Kurven bereits eine sehr große Ähnlichkeit. In Fig. 9 ist als theoretische Kurve jene eingezeichnet, welche man erhält, wenn man den hinteren Staupunkt anstatt auf die Hinterkante auf die Oberseite des Flügels so legt, daß der theoretische Auftrieb gleich dem gemessenen wird. Abgesehen von der allernächsten Umgebung der Hinterkante stimmen nun die theoretische und die gemessene Kurve so genau überein, daß die Abweichungen kaum größer sind, als daß man sie nicht auf Ungenauigkeiten des den Messungen zugrunde liegenden Profils zurückführen kann.

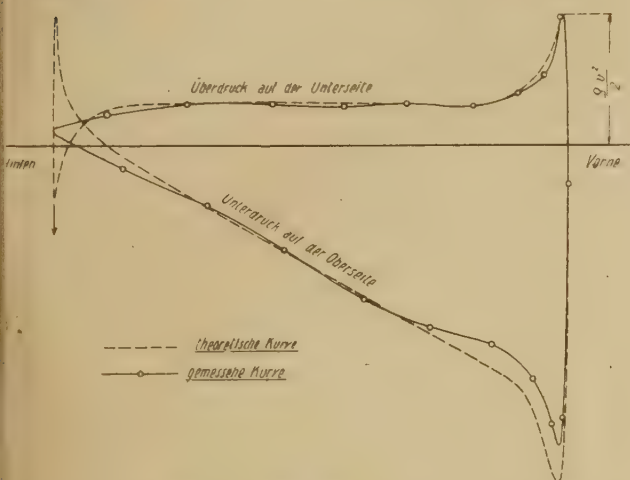


Fig. 9. Vergleich zwischen der aus der Theorie und nach Messungen sich ergebenden Druckverteilung, wenn für die Theorie eine Potentialströmung vorausgesetzt ist, welche denselben Auftrieb ergibt wie die Messung. In der Umgebung der Hinterkante führt die theoretische Strömung zu physikalischen Unmöglichkeiten; im übrigen ist aber die Übereinstimmung mit dem Versuch fast vollständig. (Weitere Erläuterung siehe Fig. 8.)

2. Räumliche Strömungsvorgänge.

Die bisherigen Ausführungen behandelten die Aufgabe, den Zusammenhang des Auftriebes mit der Form des Flügelprofils zunächst für Flügel mit unendlich großer Spannweite (ebenes Problem) klarzulegen. Wir gehen jetzt dazu über, die Vorgänge an den seitlichen Flügelenden bei Flügeln von endlicher Spannweite zu betrachten und ihren Einfluß auf den Verlauf des Strömungsvorganges zu untersuchen. Wir wissen aus dem Vorhergehenden, daß der Auftrieb durch Geschwindigkeitsunterschiede auf der Ober- und Unterseite des Flügels bedingt ist, welche in zweckmäßiger Weise durch die Größe der Zirkulation ausgedrückt werden. Nun wird in der Hydrodynamik gezeigt, daß ein Gebilde, um welches die Flüssigkeit zirkuliert, welches also Zirkulation besitzt, nicht im Endlichen endigen

kann. Es muß entweder mit seinen Enden ins Unendliche reichen, wie unser bisher betrachteter unendlich breiter Flügel, oder es muß in sich geschlossen sein, etwa wie ein Ring¹⁾. Wenn daher der Tragflügel irgendwo endet, so muß sich der Träger der Zirkulation in anderer Form über das Flügelende hinaus fortsetzen. Tatsächlich geht vom Flügelrande ein aus Luft bestehendes Gebilde aus, welches die gleiche Zirkulation besitzt wie der Flügel und gewissermaßen die Fortsetzung desselben bildet. Ein solches Gebilde nennt man einen *Wirbel*.

Da im folgenden Wirbel und ihr Strömungsfeld eine wichtige Rolle spielen, so möge hier zur Erleichterung des Verständnisses kurz einiges über die Wirbel gesagt werden. Ein Wirbel (Fig. 10) ist ein der Flüssigkeit (Luft) angehöriges Gebilde, um welches eine dafür charakteristische Potentialbewegung stattfindet (Zirkulationsströmung). Die Größe der Zirkulation ist ein Maß für die Stärke des Wirbels. Diese Potentialbewegung, das *Feld des Wirbels*, ist das eigentlich Wesentliche, während der *Wirbelkern* (auch einfach als Wirbel bezeichnet) nur gewissermaßen das Zentrum derselben darstellt: Da aber dieses Bewegungszentrum immer von denselben Flüssigkeitsteilchen gebildet wird und allen Bewegungen derselben folgt, so ist ein Wirbel (genauer Wirbelkern) doch auch wieder mehr als ein reiner Begriff, indem die

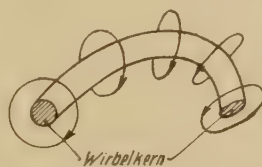


Fig. 10. Stück eines Wirbels. Die Flüssigkeit zirkuliert in der durch die Pfeile angedeuteten Weise um den Wirbelkern.

Flüssigkeitsteilchen, welche ihn bilden und mit denen er unzertrennlich verknüpft ist, ihm auch eine materielle Existenz verleihen. Ein physikalischer Wirbel (Fig. 10 u. 11) hat stets eine gewisse räumliche Ausdehnung, etwa wie ein Schlauch (die innerhalb desselben befindlichen

¹⁾ Ohne auf einen strengen Beweis einzugehen, kann man den Satz etwa im folgender Weise dem Verständnis näher bringen. Verbindet man einen Punkt vor dem Flügel mit einem Punkt hinter dem Flügel durch eine Linie, so besteht ein wesentlicher Unterschied, ob die Linie über oder unter dem Flügel liegt: im einen Falle liegt sie in einem Gebiet großer Geschwindigkeit, im andern Falle in einem Gebiet kleiner Geschwindigkeit, da ja, wie wir weiter oben sahen, dieser Geschwindigkeitsunterschied gerade die Zirkulation und den Auftrieb ausmacht. So ist jedes Gebilde, welches Zirkulation besitzt, gewissermaßen die Grenze zwischen zwei Gebieten verschiedener Geschwindigkeit. Wie jedoch z. B. die Begrenzung einer Fläche diese entweder vollständig umschließt oder ins Unendliche sich erstreckt, je nachdem die Fläche endlich oder unendlich groß ist, so kann auch das Grenzgebilde bei Zirkulationsströmung nicht an irgend einer Stelle beliebig endigen, sondern es muß entweder in sich geschlossen sein oder mit seinen Enden sich ins Unendliche erstrecken.

Teilchen sind die materiellen Bestandteile des Wirbels). Denkt man sich den Wirbelkern auf eine Linie zusammengeschrumpft, um welche die Flüssigkeit zirkuliert, so spricht man von einem *Wirbelfaden*. Dieser ist der mathematischen Behandlung erheblich leichter zugänglich als der räumlich ausgedehnte physikalische Wirbel. Sind mehrere Wirbelkerne vorhanden, so ist deren resultierendes Feld die Summe der Felder der einzelnen Wirbel, d. h. die Geschwindigkeit an irgend einer Stelle ist gleich der geometrischen Summe (vgl. S. 558) der Geschwindigkeiten, welche von den einzelnen Teilwirbeln herrühren. Denken wir uns nun ein Bündel von Wirbelfäden, so können wir dessen Feld aus den Feldern der einzelnen Wirbelfäden durch Summation finden, wenn wir nur die Verteilung der Fäden über den Querschnitt des Bündels und ihre Stärke kennen. Für die mathematische Behandlung kann man einen physikalischen Wirbel auffassen als ein solches Bündel von (unendlich vielen unendlich schwachen) Wirbelfäden, wobei die Summe der Wirbel-

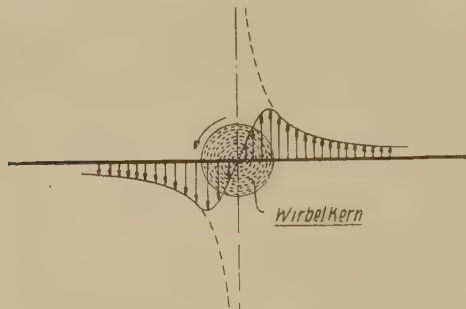


Fig. 11. Geschwindigkeitsfeld eines geradlinigen physikalischen Wirbels mit kreissymmetrischer Verteilung der Wirbelintensität über den Kernquerschnitt. Die Pfeile stellen die Größe der Geschwindigkeit in den verschiedenen Abständen vom Mittelpunkt dar. Ersetzt man den physikalischen Wirbel durch einen Wirbelfaden im Mittelpunkt von gleicher Zirkulation, so nimmt die Geschwindigkeit nach dem Mittelpunkt hin ständig zu (gestrichelte Linie); im Mittelpunkt selbst wird sie unendlich.

stärken der einzelnen Fäden ebenso groß sein muß, wie die Stärke des physikalischen Wirbels. Die Wirbelfäden werden im allgemeinen nicht gleichmäßig über den Wirbelquerschnitt zu verteilen sein (der Wirbel hat an verschiedenen Stellen seines Querschnitts verschiedene Intensität). Je nach der Art der Verteilung ist nun auch das Strömungsfeld von Wirbeln von sonst gleicher Gestalt von einander etwas verschieden. Es zeigt sich aber, daß diese Unterschiede nur in unmittelbarer Nähe und im Inneren des Wirbels wesentlich sind; in einiger Entfernung vom Wirbel (die groß ist gegenüber den Querschnittsabmessungen des Wirbels) werden sie so klein, daß sie praktisch keine Bedeutung mehr haben; da in diesen Fällen die Verteilung also gleichgültig ist, so kann man dabei den Wirbel auch durch einen einzigen Wirbelfaden ersetzen, was die Behandlung der betreffenden Aufgabe sehr erheblich erleichtert. Das Strömungsfeld eines Wirbelfadens läßt sich ver-

hältnismäßig einfach berechnen. Es gilt dafür das gleiche (Biot-Savartsche) Gesetz, welches das magnetische Feld in der Umgebung eines elektrischen Leiters darstellt; man muß nur den Leiter durch den Wirbelfaden, die Stromstärke durch die Zirkulation und die magnetische Feldstärke durch die Strömungsgeschwindigkeit an der betreffenden Stelle ersetzen. Das Feld eines physikalischen Wirbels ergibt sich, wie oben auseinandergesetzt, durch Summation (bzw. Integration) der Felder der einzelnen Wirbelfäden, aus denen er besteht. — Um ein Bild von dem Strömungsvorgang in der Umgebung eines Wirbels zu geben, ist in Fig. 11 für einen geraden Wirbel von kreisförmigem Wirbelquerschnitt der Verlauf der Geschwindigkeiten abhängig von der Entfernung vom Mittelpunkt dargestellt (ausgezogene Linie). Die Geschwindigkeiten außerhalb des Wirbels sind umgekehrt proportional der Entfernung vom Mittelpunkt; der Verlauf im Inneren (bei nicht kreissymmetrischer Intensitätsverteilung in geringem Grade auch außerhalb) hängt von der Intensitätsverteilung ab, da sich die Felder der einzelnen Wirbelfäden des Kernes teilweise gegenseitig aufheben. Im Mittelpunkt ist der Ausgleich wegen der Symmetrie vollständig, daher ist hier die Geschwindigkeit Null. Je kleiner der Wirbelkern bei gegebener Gesamtzirkulation ist, je mehr also die Wirbelstärke konzentriert ist, desto größer wird die Geschwindigkeit am Rande des Wirbelkernes. Beim Wirbelfaden mit endlicher Zirkulation, der natürlich in Wirklichkeit nicht vorkommt, wächst die Geschwindigkeit bis Unendlich an; an Stelle des Verlaufes im Kern, der ja nun unendlich klein ist, tritt ein Sprung in der Geschwindigkeit von $+\infty$ auf $-\infty$ (Fig. 11, gestrichelte Linie).

Nach diesen kurzen Bemerkungen über Wirbel kehren wir zur Betrachtung unseres Tragflügels zurück.

(Schluß folgt.)

Zur Frage des Vorkommens von Kretinen und Albinos in Lerbach im Harz.

Von Dr. Erich Ebstein, Leipzig,
Oberarzt an der Medizinischen Klinik.

In der Harzreise von *Heinrich Heine*, die er 1824 von Göttingen aus unternommen hat, heißt es von dem Dorfe Lerbach, das nicht weit von Clausthal im Harze liegt: „Ein kleiner Junge, der für seinen kranken Oheim im Walde Reisig suchte, zeigte mir das Dorf Lerbach, dessen kleine Hütten mit grauen Dächern sich über eine halbe Stunde durch das Thal hinziehen.“ „Dort“ sagte er, „wohnen dumme Kropfleute und weiße Mohren“, — „mit letzterem Namen werden die Albinos von Volke benannt.“ Dieser literarische Hinweis erschien mir schon längst aus verschiedenen Gründen lehrreich. Einmal interessierte es mich, ob die medizinisch interessante Tatsache wirklich zu Recht bestehe, andererseits reizte es mich, zu erfahren, ob Heine etwa irgendwelche Quellen vorgelegen hätten, aus denen er geschöpft haben könne. Da mich die zurzeit best kommentierte Heine-

Ausgabe von *Elster* in dieser Beziehung im Stich ließ, fing ich an, mich in der medizinischen Literatur umzusehen.

Es handelt sich dabei um die zwei Fragen: Hat es in Lerbach wirklich zu einer bestimmten Zeit „dumme Kropfleute“ und „weiße Mohren“ gegeben? Unter ersteren versteht man heute den Kretinismus, einen endemisch auftretenden Zustand angeborener, dauernder, geistiger Minderwertigkeit, verbunden mit bestimmten Veränderungen des knöchernen Skeletts, Hautveränderungen und einer Hemmung der geschlechtlichen Entwicklung, dessen Ursache in dem nicht Funktionieren der Schilddrüse zu suchen ist. Unter Albinismus versteht man dagegen einen kongenitalen universellen Pigmentmangel, wie er in der Regel bei mehreren Familienmitgliedern angetroffen zu werden pflegt.¹⁾

Es sei hier gleich vorweggenommen, daß man in früheren Zeiten diese beiden krankhaften Zustände fälschlich als etwas Zusammengehöriges betrachtet hat. Aus dieser Zeit stammt auch etwa der Ausdruck „weiße Mohren“ für Albinos²⁾. Denn die ersten Beschreibungen betrafen die Entfärbung der Haut von Negern. Das Volk bezeichnet sie nach den lichtscheuen Schaben (*Blatta orientalis*) als Kakerlaken. So berichtete in *Joh. Friedr. Blumenbachs* medizin. Bibliothek Bd. 3, Seite 668—681) der Hospital-Medicus *Michaelis* im Jahre 1787 „Bemerkungen über Cretinen und Kakerlaken, auf einer Harzreise gesammelt“. Diese beziehen sich auf dasselbe Lerbach, von dem *Heine* spricht. *Michaelis* schreibt dort: „Es wird nicht leicht ein Reisender den Weg von Osterode nach Clausthal gemacht haben, der nicht die Lage eines beynahe stundenlangen Dorfs, welches sich rechter Hand in einem sehr engen, mit hohen steilen Bergen zu beiden Seiten begränzten Thale hinzieht, bemerkt hätte, dessen Name Lerbach ist.“ Nach einer genauen Beschreibung der Lage des Dorfes spricht *Michaelis* — ähnlich wie *Heine* — von ihren Bewohnern: „Durchnäßt von der Arbeit im Walde, (ihr Gewerbe besteht in Holzhauen und Kohlenbrennen) eilen die Männer und Buben nach Hause. . .“ Vom dortigen Pfarrer erhält *Michaelis* weitere Nachrichten. Er führt ihm sogar einige dieser Individuen vor, und so kann *Michaelis* eine Familie beschreiben, die ihm so ziemlich „alle Stufen der Cretinage zeigte“. Wir unterscheiden auch heute nach dem Grade der Ausbildung der spezifisch kretinistischen Erscheinungen in absteigender Reihe: Zwergkretinen, Halbkretinen und Kretinoide. Was die in Lerbach lebenden Kakerlaken anlangt, so sah *Michaelis* dort „eine Familie, ein Fehler, der von der Großmutter mütterlicherseits herzustammen scheint“. Wir haben ebenso wenig ein Zeugnis dafür, daß *Heine* diesen Aufsatz von *Michaelis* gekannt hat, noch dafür, daß er vielleicht in den Vorlesungen des alten Anthropologen *Blumenbach* von diesen Dingen gehört hat. Denn *Blumenbach* war nicht nur der erste, der die Aufmerksamkeit der gelehrten Welt, sondern auch die *Goethes* (Tagebuch vom 21. Juli 1801) zuerst darauf lenkte. Es fügte sich nun merkwürdigerweise, daß *A. E. Iphofen* von der Medizinischen Fakultät in Leipzig bei seinen Untersuchungen über den Kretinismus, deren erster Teil; Dresden 1817 erschien, veranlaßt wurde, „vorzüglich auch auf die in

dem Harzwalde, namentlich in dem Dorfe Lerbach, zwischen Osterode und Clausthal, neueren Bemerkungen von *Michaelis* zufolge, wohnenden Cretinen, Hinsicht zu nehmen und den Zustand derselben genau zu untersuchen.“ *Iphofen* unterzieht sich dieser Aufgabe auf das Genaueste (Seite 168 ff.) und schildert seine Nachforschungen nach Kretinen und Albinos sowohl in Osterode wie in Lerbach. Diese Forschungen liefen schließlich darauf hinaus, daß *Iphofen* eine der *Michaelisschen* Kranken nachuntersuchen konnte. Da sich in Lerbach im ganzen nur zwei Kretinen fanden, so sah *Iphofen* keine Berechtigung darin, von einem „endemisch herrschenden Cretinismus“ in Lerbach zu sprechen. *Iphofen* fügt indes hinzu: „Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß es damals in Lerbach mehr Cretinen kann gegeben haben, weil die Kröpfe an diesem Orte ehemals auch sehr allgemein herrschten: denn Lerbach war wegen seiner kropfigen Einwohner sonst am ganzen Harze berüchtigt“³⁾. Was die Ursachen anlangt, die zum Verschwinden der Kröpfe und des Kretinismus in Lerbach beigetragen haben, rechnet *Iphofen* das Verschwinden der Nadelholzwaldungen. Er hält die Möglichkeit für gegeben, daß nach 50 oder 100 Jahren für die Einwohner Lerbachs sich dieselben Folgen entwickeln könnten.

Die weitere Durchsuchung des einschlägigen Materials führt uns auf Untersuchungen, die 20 Jahre später als die *Iphofens* gemacht sind. 1837 berichtete nämlich der Bergchirurgus *Baumgarten* „einige Bemerkungen über die Aitiologie des Kropfes mit besonderer Rücksicht auf sein Vorkommen auf dem Harze“ (Hannoversche Annalen für die gesamte Heilkunde 1837, II., 90—101, referiert in *Schmidts* Jahrbüchern 16, Seite 197 f.). *Baumgarten* geht wieder von dem Dorfe Lerbach aus, in dem er die Bekropften und Albinos erwähnt, und besonders die Aitiologie des Kropfes bespricht. *Baumgarten* ist ebenso wie *Iphofen* der Ansicht, daß, seitdem die nächsten Umgebungen von Lerbach gelichtet sind, auch die Häufigkeit des Kropfes nachgelassen habe.

Diese hier mitgeteilten Beobachtungen dreier Ärzte, *Michaelis*, *Iphofen* und *Baumgarten*, sind deshalb um so bemerkenswerter, als weitere Untersuchungen, besonders wie die von *August Hirsch*²⁾ ergeben haben, daß die norddeutsche Tiefebene von endemischem Kretinismus ganz verschont ist³⁾. Um die angeschnittene Frage auf Grund möglichst genauer Unterlagen weiter zu verfolgen, wandte ich mich an den königlichen Kreisarzt vom nahen Zellerfeld, an Herrn Geh. Med.-Rat *Riehn* in Clausthal, der mir am 14. März 1918 mitteilte, daß seines Wissens Kretinen in Lerbach nicht mehr vorhanden seien: „Es lebte nur dort bis vor einigen Jahren ein Zwergenehepaar, das sonstige körperliche Abnormitäten nicht aufwies, auch geistig nicht auffallend abwich. Es war kinderlos gestorben.“ Wegen des Vorkommens von Albinos in Lerbach schrieb mir Herr Kollege *Riehn*, daß solche noch in zwei Familien vorhanden seien. Er verwies mich dabei auf Herrn Pastor

¹⁾ Bei *L. F. B. Lentin* (Memorabilia circa . . morbos Clausthalensium annorum 1774—77. Göttingae 1779, S. 127) befindet sich nur dessen Beobachtung, „quod advenae huic deformitati [Kröpfe] minus sint obnoxii, quam quidem ii, quibus, contigit hic nasci.“

²⁾ *August Hirsch*, Handbuch der historisch-geographischen Pathologie, 2. Abt. Stuttgart 1883, S. 47.

³⁾ Vgl. dagegen *Heises* Untersuchungen „über Kretinismus im Königreich Hannover“, die den Physikatsbezirk Hoya betreffen. (Hannov. Corr.-Bl. 17, 1850; ref. in *Schmidts* Jahrbüchern. Bd. 69, 1851, S. 229 f.)

¹⁾ *Erich Ebstein* und *H. Günther*, Klinische Untersuchungen über Albinismus. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie. Bd. 17, Heft 2 (1914), Seite 357—380.

²⁾ *Erich Ebstein*, Zur Ethnologie und Synonymik der Albinos. Mitteil. zur Geschichte der Medizin. Bd. 14 (1915), S. 295.

Voigt in Lerbach, der mir in der Tat mit außerordentlicher Liebenswürdigkeit unter dem 18. Juni 1918 einen ausführlichen Bericht zukommen ließ, für den ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank sagen möchte. Die hauptsächlichsten Tatsachen daraus möchte ich in folgender Weise wiedergeben¹⁾:

Nach der Zeit des 30jährigen Krieges blühte Lerbach von 1650—1800 rasch empor. Aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts wird urkundlich berichtet, daß Lerbach nur sehr wenig Häuser hatte, in denen die Einwohner nicht gar kümmerlich lebten. Die schlimmste Zeit begann nach dem siebenjährigen Kriege, vermehrt durch mehrere Jahre der Teuerung und des Hungers (1770, 1772, 1795, 1805). Die lange Kriegszeit vergrößerte das Elend. Während die Bergstädte des Oberharzes während der Kriegszeit Napoleons mit ihrem Silber- und Bleibergwerk florierten, herrschte in Lerbach Hunger und Elend. Hierzu kamen häufige epidemische Krankheiten. Die Blattern forderten in Zwischenräumen von einigen Jahren immer wieder zahlreiche Opfer unter der Bevölkerung. Erst von 1793 ab wird hier ein vom Berg- und Forstamt bestellter Heilgehilfe, nebenbei Barbier und Krämer erwähnt. Nur bei sehr schwerer Krankheit ließ man von Osterode oder Clausthal einen Arzt kommen. Zu dem sanitären Tiefstand trugen noch wesentlich bei die dumpfe, feuchte Lage Lerbachs, in einem sehr engen schroffen Waldtal, und die durch die abgesonderte Lage bedingte Inzucht. Nur sehr selten kam durch Heirat frisches Blut nach Lerbach herein.

Was das Vorkommen von Kretinen in Lerbach anlangt, so mögen an der Wende des 18. und 19. Jahrhunderts einzelne Fälle dort vorgekommen sein. Indes enthalten die Sterberegister, wie es sonst bei besonderen Fällen üblich war — keine derartigen Bemerkungen. Trotzdem hat es — in Übereinstimmung mit den oben genannten ärztlichen Berichten — einige Kropfträger und manche kleine, schwächlich und ungestalt entwickelte Individuen in Lerbach gegeben. Seit 1830 sind ausgesprochene Kretins, bei denen alle oder auch nur einige Erscheinungen der Krankheit zugleich sichtbar waren, nicht vorgekommen. Es gab während dieser ganzen Zeit in Lerbach nur einen einzigen Zwerg und nur eine einzige Frau mit einem nicht besonders stark entwickelten Kropf (etwa 1890 gestorben); sonstige kretinöse Merkmale wies sie nicht auf. Bei dem Zwerg handelte es sich um einen Wagarbeiter *Friedrich Rose*, der 60 Jahre alt — etwa 1903 — starb. Wenig über 1 m hoch, hatte er einen normalen Männerkopf mit stattlichem Vollbart. Seine Stimme war tief und kräftig, geistig war er durchaus normal.

Das Vorkommen von Albinos in Lerbach erfordert schon deshalb eine besondere Besprechung, weil sie, wie man früher irrig annahm, keine Teilerscheinung des Kretinismus darstellen. In Lerbach gab es nun in drei Familien, die mehrere Generationen hindurch in nicht verwandtschaftlicher Beziehung standen, neun Albinos. Ein Geschwisterpaar mit Namen Sauerbrey, Bruder und Schwester, lebten dort unverheiratet bis in ihr Alter zusammen. Um 1850 sind sie in Lerbach gestorben. *Pröhle* erwähnt ebenfalls dieses albinotische Geschwisterpaar und hebt besonders das scheue Wesen der Schwester hervor. (*Pröhle, H. Heine* und der Harz. Harzburg 1888, S. 31.) Das werden also diejenigen sein, auf die *Heinrich Heines* Bemerkung gemünzt ist. Ob neben ihnen 1824 noch andere Albinos existierten,

und wie viele, ist nicht festzustellen. Aller Wahrscheinlichkeit nach kann es sich außer diesem Geschwisterpaar nur noch um ganz vereinzelte Fälle gehandelt haben. So wurden in den 50er Jahren wieder zwei albinotische Geschwister geboren, Minna und Fritz *Bode*. Minna heiratete einen Silberhüttenmann *August Gärtner*. Aus dieser Ehe stammten vier Kinder, von denen das erste, zweite und vierte albinotisch war. Diese drei Albinos sind sämtlich unverheiratet geblieben. Interessant ist, daß die Eheleute *Gärtner* und *Bode* weitläufig blutsverwandt waren¹⁾. Im Anfang der 70er Jahre hatte das Tischlerehepaar *Müller* und Frau geb. *Vasel* unter drei Kindern zwei albinotische.

Soweit der Tatbestand nach dem mir von Herrn Pastor *Voigt* mitgeteilten Bericht.

Außer den oben mitgeteilten ärztlichen Äußerungen von *Michaelis* (1787), *Iphofen* (1817) und *Baumgarten* 1837 sowie den urkundlich beigebrachten Belegen des Herrn Pastor *Voigt* existieren noch solche von Laien verfaßte. Hierzu muß füglich die Notiz *Heinrich Heines*²⁾ gerechnet werden, der es Lerbach bis in die neuere Zeit zu danken hat, daß es wegen seiner „dummen Kropfleute“ und „weißen Mohren“ übel verrufen war. So haben noch einige Harzfürher bis zum Jahre 1880 diese „höchstinteressante Tatsache“ — ohne nähere Begründung wiederholt. Im Jahre 1855 hat *Heinrich Pröhle* in seinen „Harzbildern“, die „Sitten und Gebräuche aus dem Harz“ behandelt, mit keinem Wort aber der Kretinen und Albinos gedacht, wiewohl er das Material dazu größtenteils in Lerbach (von 1851 an) gesammelt hat³⁾. Indes hat *Pröhle* durch seine mehrfach gesammelten Sagen über die Lerbacher Zwerge sehr viel zu der allgemeinen Annahme beigetragen, als ob es in Lerbach in früheren Zeiten tatsächlich viele derartige Wachstumsstörungen dort gegeben habe. Der dritte im Bunde ist *Johann Georg Kohl*. Er hat im Jahre 1864 in der Vierteljahrsschrift für Volkswirtschaft und Kulturgeschichte (2. Jahrgang; 1864), Seite 1—7 eine Skizze veröffentlicht, unter dem Titel: „Alte und neue Zeit im Dorfe Lerbach“. Diese hat dann in *Kohls* „Deutsche Volksbilder und Naturansichten aus dem Harze“, Hannover 1866, Seite 386—96 offenbar weitere Verbreitung gefunden. Er bringt u. a. die unbewiesene Tatsache, die in dem Satze gipfelt: „Kropfe namentlich waren so allgemein, daß die Lerbacher zusammenliefen, und sich wunderten, wenn sie einmal einen Menschen ohne Kropf sahen.“ Dann schildert *Kohl*, wie die Wandlung zum Besseren lediglich auf die Erbauung der neuen Chaussee durch Lerbach zurückzuführen sei. (Vgl. *Pröhle*, a. a. O. 1888 S. 31 f.) Richtig ist, daß zugleich mit dem neuen Wegebau Lerbachs Umgebung von dem dichten Buchenwald befreit wurde. Den günstigen Einfluß der Lichtung der Wälder auf die Hebung der gesundheitlichen Verhältnisse in Lerbach hatte auch schon der Arzt *Baumgärtner* (1837) angeführt. Im ganzen denken wir heute anders über die Aitiologie und Geographie des endemischen Kretinismus⁴⁾. So sagt auch *W. Scholz* (1915)⁵⁾,

¹⁾ Vgl. *Ebstein* und *Günther*, a. a. O. S. 361.

²⁾ Die Harzreise erschien erst teilweise im Gesellschaftler 1826, dann in *Heines* Reisebildern. 1. Teil. Hamburg 1830; einzeln Hamburg 1853.

³⁾ Vgl. dagegen *Pröhle*, Abhandlung von 1888 (siehe oben).

⁴⁾ *Erich Ebstein*, Die Naturwissenschaften. Heft 16 vom 18. April 1913, S. 373 f.

⁵⁾ *W. Scholz*, Kretinismus, in: *Kraus-Brugsch*, Spez. Pathol. und Therapie innerer Krankheiten. Lieferung 53—65 und dessen Buch (Berlin 1906).

¹⁾ Vgl. auch: *F. Günther*, Der Harz. Hannover 1888, S. 69 u. 265.

einer der besten Kenner des Kretinismus: „Das Verschwinden ausgebreiteter Endemieherde in Deutschland machen die Ansicht glaubhaft, daß die Erschließung des Verkehrs, das Entstehen von industriellen Unternehmungen in den endemischen Gegenden den Kretinismus wesentlich einschränken können. Natürliche Folgen der erwähnten Faktoren sind eben auch die Besserung hygienischer und sozialer Verhältnisse und die Durchilutung der durchseuchten Gegend mit gesünderem Menschenmateriale. Alle schwerer Degenerierten sind fast stets fortpflanzungsunfähig, die Zeichen leichter Degeneration verschwinden aber im Strome frischen Blutes der Eingewanderten.“

Was die Verbreitung des Kretinismus im Deutschen Reich betrifft, so kennen wir sie teilweise und Scholz hat sie a. a. O. Seite 479 kurz beschrieben. Danach ist „der Harz und der Thüringer Wald, trotzdem dort Kropf vorkommt, völlig frei von Kretinismus“. Ebenso kennt man den Kretinismus, wie schon August Hirsch¹⁾ hervorhob, in ganz Norddeutschland nicht (s. o. Heise). Indes sind, wie Scholz betont, verlässliche Angaben über die derzeitigen Verbreitungsgebiete und über die Zahl der Kretinen im Deutschen Reich nicht veröffentlicht. Jedenfalls ist eine solche Sammelstatistik, wie sie Schittenhelm und Weichardt (Berlin 1912) für Bayern und E. Hesse¹⁾ für Sachsen aufgestellt haben, vor allem auch für kleinere endemische Bezirke notwendig, die sich leichter übersehen lassen. Zu diesen scheint mir das Dorf Lerbach im Harz zu gehören, das jetzt etwa 1500 Einwohner zählt. Die Gegend von Lerbach besteht aus unterkarbonischen (kulmischen) Tonschiefern und Kieleschiefern. In diese ist bei dem Orte Lerbach selbst ein lang fortstreichender Zug von devonischen Grünsteinen (Diabase und Diabastuffe) und Tonschiefern eingeschaltet. An die Grünsteine sind Züge von kieseligem und kalkigem Roteisenstein geknüpft. Auf den Eisenlagern fanden sich hie und da Selenerze (Selenquecksilberblei, Selenkupfer, Selenblei). Es besteht vielleicht die Möglichkeit, daß sich die Quellwässer mit löslichen Selenverbindungen oder anderen Stoffen beladen, die aus den Erzlagern bzw. aus den umgebenden Gesteinen herrühren. (Diese freundliche Mitteilung verdanke ich Herrn Dr. Pietsch von der Geolog. Landesanstalt an der Universität Leipzig.)

Nach den oben gemachten Nachforschungen dürfte die ärztlicherseits häufig bestätigte Tatsache zu Recht bestehen, daß in Lerbach um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts kretinöse oder kretinoide Individuen vorgekommen sind, die die Symptome des Kretinismus offenbar nur angedeutet dargeboten haben. Wissen wir doch, daß ein äußerlich hervortretender Kropf, den man früher als einen wesentlichen Bestandteil im Bilde des Kretinismus ansah, nur in einem Teil der Fälle vorhanden ist. Schließt er doch nicht aus, daß trotzdem grobe Anomalien der Schilddrüse vorhanden sein können, die sich nur eben dem klinischen Nachweis entziehen. Daß in Lerbach 1824 das albinotische Geschwisterpaar Sauerbrey existierte, auf das Heines¹⁾ Bemerkung mitbezogen werden muß, habe ich oben auseinandergesetzt.

Mag Heinrich Heine seine geographisch-medizinischen Kenntnisse über Kretinen und Albinos der Arbeit von Michaelis oder dem Werke von Iphofen verdanken, was beides möglich wäre, oder mag er in Blumenbachs Vorlesung davon gehört haben, am nächsten und einfachsten scheint mir die Annahme zu liegen, daß er auf

seiner Harzwanderung von Eingeborenen auf diese Tatsachen in Lerbach hingewiesen worden ist. Jedenfalls läßt die Elstersche Heine-Ausgabe (Bibliographisches Institut, Band 3) in dieser Frage im Stich, sowie ein an sonstigen Quellennachweisen „Zu Heines Harzreise“ reichhaltiger anonymen Aufsatz (Kölnische Zeitung, 22. November 1903, Nr. 1098)¹⁾. Aus diesen Gründen dürften meine Nachforschungen auch den Heine-Forschern nicht ganz unwillkommen sein.

Über Irrlicht und St. Elmsfeuer.

Von Dr. B. Brandt, Belzig i. Mark.

Das Irrlicht ist nach der Begriffsbestimmung Steinvorths (S. Günther, Handbuch der Geophysik II, S. 154) ein Sammelname für sehr verschiedenartige Lichterscheinungen. Irrlichter sind zum Teil physiologischen Ursprungs, zum Teil Begleiterscheinungen chemischer und physikalischer Vorgänge.

Zu der ersten Gruppe gehört das Leuchten von Pflanzen und von gewissen Insekten, das in unserer Heimat jedermann bekannt ist und das sich zu einem wirklichen Phänomen in der warmen Zone steigert, beispielsweise in den Wäldern Brasiliens, vor allem im Amazonasbecken. Diese Form des Irrlichtes, welche immer leicht erkennbar ist, bedarf weiter keiner Worte. Weniger verbreitet und bisweilen schwerer zu erkennen sind leuchtende Käferlarven. Als solche erwiesen sich kleine opalisierende Lichtflecke, die ich in größerer Zahl auf dem bloßen Erdboden an der Bucht von Valdivia fand und die wegen ihrer kaum wahrnehmbaren Bewegungen auf den ersten Blick nicht zu bestimmen waren.

Sie hatten große Ähnlichkeit mit einer Form des Irrlichtes, welche der zweiten Gruppe angehört und in sehr schöner Ausbildung während mehrerer Nächte im Herbst 1916 in einem Walde Westrußlands sich zeigte (im Skrobowa-walde nahe Gorodischtsche, Gouvernement Minsk). Zahlreiche, über einen Hang verstreute Stückchen nassen, faulenden Holzes, die wochenlang nicht die geringste Lichterscheinung verursacht hatten, strahlten eines Nachts ein intensives Licht aus. Der ganze Hang war von vielen kleineren und größeren, bis fingerlangen bläulich phosphoreszierenden Lichtflecken übersät. Die Erscheinung war mehrere Nächte hintereinander in gleicher Stärke zu beobachten und verschwand dann ebenso schnell, wie sie gekommen war, ohne daß die äußeren Umstände sich geändert hätten. Das Licht der einzelnen Holzbrocken war so stark, daß es auch bei künstlicher Beleuchtung noch nachweisbar war und im dunklen Raume einen hellen Schein auf die nähere Umgebung warf. Mehrere im Freien aufbewahrte angefeuchtete Holzstückchen bewahrten ihre Leuchtkraft noch einige Tage; die anderer in einem Blechkästchen aufbewahrter ging dagegen in kurzer Zeit verloren.

¹⁾ E. Hesse, Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. 112 (1911), S. 217—247.

¹⁾ Vgl. E. Ebstein, Zu Heines Harzreise. Zeitschrift für Bücherfreunde. VI, 1 (1914), Beiblatt S. 202.

Hierher gehört anscheinend auch eine merkwürdige Lichterscheinung, die während einer regnerischen Nacht im April 1918 im Coucywalde (Département Aisne) zur Beobachtung kam. Sie zeigte sich unter einem flachen, an eine gefällte Buche befestigten Zelte. Die oberflächliche morsche und feuchte, von Algen und Flechten bedeckte Rindenschicht leuchtete an einer ganz bestimmten Stelle mit geringen Unterbrechungen die ganze Nacht hindurch. Zeitweise war nur ein schwacher Lichtnebel wahrnehmbar, der langsam an Leuchtkraft zunahm, sich zu einem hellen, diffusen Lichte steigerte, dann tiefer Dunkelheit wich und nach einigen Minuten wieder erschien. Bisweilen aber verdichtete sich das Licht zu einem hellen Punkte, der von einer mattleuchtenden Aureole umgeben schien und einen sehr deutlichen Widerschein an der gegenüberliegenden Zeltfläche hervorrief. Diese Erscheinung erfolgte blitzartig und erinnerte an das plötzliche einmalige Aufleuchten einer Glühlampe, die Pausen betrug teils nur wenige Sekunden, teils mehrere Minuten.

Zu den seltsamsten und noch am wenigsten geklärten Irrlichtern gehören die *hüpfenden Flämmchen* auf moorigen Böden, welche u. a. von dem Astronomen Bessel aus den Mooren bei Bremen und von dem berühmten Ätnaerforscher Sartorius von Waltershausen aus den toskanischen Maremmen beschrieben worden sind. Ein Beispiel dieser Art sah ich im Mai 1916 in einer Wiesenniederung im Saume der Beresinasümpfe nahe Bogdanow. Über der Grasdecke bewegte sich ein bleiches, bläulich leuchtendes dampfartiges Flämmchen fort, bald langsam, bald etwas schneller, bald verschwindend, bald an anderer Stelle wieder auftauchend. Die Erscheinung, welche bis in die letzte Zeit oft angezweifelt worden ist, wurde in diesem Falle durch verschiedene gleichzeitige Beobachter sichergestellt. Die frühere Annahme, daß die hüpfenden Flämmchen brennende Sumpfgase vorstellen, ist mangels einer die Entzündung herbeiführenden Ursache unhaltbar geworden. S. Günther (a. a. O.) erblickt in ihnen elektrische Ausströmungserscheinungen, gewissermaßen Miniaturbilder der *St. Elmsfeuer*.

Aus diesem Grunde sei hier noch eine Beobachtung dieses immerhin nicht häufigen Naturereignisses auf See mitgeteilt. Sie wurde am 8. September 1912, 2 Uhr nachts, in $29^{\circ} 42' S$ und $48^{\circ} 8' W$ an der südbrasilianischen Küste gemacht. Der Luftdruck betrug 763,8 mm, die Luftwärme 15° ; es wehte südlicher bis südwestlicher Wind von wechselnder Stärke (6 bis 3), die See war ziemlich grob (5), der Himmel stark bewölkt (8 bis 10), das Wetter durch Regenböen und Blitzen in Richtung auf das Land ausgezeichnet. Auf den Spitzen der Masten, in den oberen Abschnitten ihrer Stagen und längs der von Mast zu Mast reichenden Antenne für die drahtlose Telegraphie erschienen zahllose kleine, gelblich leuchtende Lichtbüschel. Das Schiff sah

aus, als sei es „über die Toppen“ illuminiert. Geräusche wurden nicht vernommen; die Dauer betrug einige Minuten.

Die magellanische Erdumsegelung berichtet über mehrere *St. Elmsfeuer* auf derselben Route; zwischen den alten Reisebeschreibungen und den Angaben vielbefahrener Seeleute in unseren Tagen besteht aber hinsichtlich der Häufigkeit des *St. Elmsfeuers* eine ziemlich große Kluft.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Eisenbahnverbindung Ceylons mit Vorderindien.

Der englische Ingenieur Waring hat kürzlich einen ausführlichen Plan über die Verbindung des Eisenbahnnetzes Vorderindiens mit demjenigen der Insel Ceylon ausgearbeitet, deren nächster Punkt etwa 90 km vom Festlande entfernt liegt. Diesem letzteren ist jedoch die Insel Ramesvaram, der Küste von Ceylon die Insel Manar vorgelagert, deren äußerste Spitzen sich auf etwa 30 km nähern. Dazwischen liegt in einem nach Süden konvexen Bogen eine Kette von niedrigen Inseln und bei Niedrigwasser über dem Meeresspiegel empor-tauchenden Sandbänken, die eigentlich Rama-Brücke heißt, aber in Europa unter dem Namen Adams-Brücke bekannt ist. Diese kleinen Inseln sollen teils durch Dämme, teils durch Brücken miteinander verbunden werden, so daß eine Anlage entstehen würde, die große Ähnlichkeit mit der Eisenbahn hat, die seit einigen Jahren von der Südspitze Floridas durch das Meer nach den Cay-Inseln im Golf von Mexiko führt.

Die Ursache der Klimaschwankungen. Die Klimaschwankungen von elfjähriger Periode stimmen mit der gleich langen Periode der Sonnentätigkeit überein. Das Luftdruckgefälle, und dementsprechend die Luftbewegung, ist größer zur Zeit des Sonnenflecken-Maximums als zur Zeit von deren Minimum. Die Niederschlagsmenge ist in den Tropen groß beim Flecken-Maximum, klein beim Flecken-Minimum. Die Temperatur an der Erdoberfläche schwankt in den Tropen umgekehrt wie die Zahl der Sonnenflecken. Die Untersuchung dieser gegenseitigen Beziehungen hat zu der Ansicht geführt, daß als primäre Wirkung der Änderung in der Sonnentätigkeit eine Änderung der Luftzirkulation zu betrachten sei, aus der sich dann die Schwankungen der übrigen meteorologischen Elemente ableiten lassen. Über die Frage jedoch, warum eine erhöhte Sonnentätigkeit auch eine erhöhte Luftzirkulation hervorruft, sind die Meinungen noch geteilt. Deshalb verdient ein Erklärungsversuch von H. U. Sverdrup Beachtung, der die gesamte Atmosphäre als eine Wärmemaschine von gewaltigen Dimensionen auffaßt.¹⁾ Die Maschine erhält eine ständige Wärmezufuhr von der Sonne, und die zugeführte Wärme wird zum Teil in kinetische Energie umgewandelt, entsprechend dem Wirkungsgrad der Maschine. Gleichzeitig wird wegen der Reibung kinetische Energie ständig vernichtet. Wenn aber die Wärmezufuhr periodischen Schwankungen unterworfen ist, so müssen entsprechend periodische Schwankungen in der „Umlaufzeit“ der Maschine auftreten, die jedenfalls im Mittel zum Vorschein kommen müssen. Bei großer Wärmezufuhr muß die Maschine im Mittel schneller laufen, bei kleiner dagegen langsamer. Nun haben die Messungen der

¹⁾ Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Berlin, 1918, Jahrgang 46, S. 191—193.

Solarkonstante in der Tat ergeben, daß die Wärmezufuhr von der Sonne nicht gleichmäßig ist. Sie ist größer in der Maximalzeit der Sonnenflecken, woraus sich die gesteigerte atmosphärische Zirkulation ohne weiteres erklären würde.

O. B.

Ein neues Luftfilter. Die in Turbokompressoren, Turbogeneratoren sowie bei Lüftungs-, Heizungs- und Trocknungsanlagen verwendete Luft bedarf in den meisten Fällen einer gründlichen Reinigung von dem in ihr enthaltenen Staub und Ruß. Namentlich in Industriegebieten ist der Staubgehalt der Luft recht groß; er schwankt, wie wiederholte Messungen ergeben haben, zwischen 7 und 40 mg in 1 m³ Luft. Die Beseitigung dieser Verunreinigungen aus der Luft kann auf nassem oder auf trockenem Wege erfolgen. Im allgemeinen gibt man dem trockenen Verfahren den Vorzug, und zwar benutzt man sogenannte Einzeltaschen-Luftfilter, mit deren Hilfe man den Staubgehalt der Luft bis auf etwa 1 mg in 1 m³ verringern kann. Bisher dienten als Baustoffe für diese Filter Holz und Webstoffe, womit eine ständige Feuergefahr verknüpft war, zumal auch der auf dem Filter abgelagerte feine Staub sehr leicht entzündlich ist. Filterbrände, die auch durch Imprägnierung der Tücher und Holzteile nicht völlig vermieden werden können, führen aber meist zur Zerstörung der Generatoren bzw. Kompressoren und verursachen schwere Betriebsstörungen. Ein weiterer Nachteil der Tuchfilter ist der Umstand, daß durch den abgelagerten Staub der Filterwiderstand rasch anwächst, was ebenfalls Betriebsstörungen zur Folge haben kann.

Nach einer Mitteilung in „Dinglers Polytechnischem Journal“, Bd. 331, S. 419—421, ist eine neue, unter dem Namen Viscin-Luftfilter von der Deutschen Luftfilter-Baugesellschaft m. b. H. in Breslau auf den Markt gebrachte Konstruktion von den genannten Nachteilen frei. Bei diesem neuen Filter wird nämlich ausschließlich Eisen als Baustoff verwendet, und zwar befindet sich zwischen 2 parallelen Gitterwänden eine 80—120 Millimeter starke Filterschicht, die aus kleinen, regellos eingeschütteten Hohlkörpern mit außerordentlich großer Oberfläche besteht. Diese werden von Zeit zu Zeit mit Hilfe einer Rieselvorrichtung von einer stark haftenden und nicht verdunstenden Flüssigkeit (Viscinol) benetzt, wodurch die Oberfläche der Filterfüllung staub- und feuchtigkeitbindend wirkt. Die staubhaltige Netzflüssigkeit, die sich am Fuße des Luftfilters in einem Behälter sammelt, wird selbsttätig gereinigt und im Kreislauf wieder verwendet. Das neue Luftfilter zeichnet sich angeblich außer durch den Wegfall jeglicher Feuergefahr auch noch dadurch aus, daß es keiner Reserveteile bedarf, einen 6 bis 8 mal kleineren Raum einnimmt als ein Taschenfilter gleicher Leistung, einen annähernd konstanten Widerstand besitzt und auch während des Betriebs rasch und einfach gereinigt werden kann.

S.

Weitere Untersuchungen über die Bakterien-symbiose bei *Ardisia crispa*. (Miehe, Jahrb. f. wissensch. Bot. 58, 1917.) Daß die höheren Pflanzen in ein symbiotisches Verhältnis zu Bakterien treten können, ist erstmalig bei den bekannten Wurzelknöllchen der Leguminosen zutage getreten. Die interessanten Untersuchungen Hellriegels (1888) haben auch den Sinn dieses Zusammenlebens aufgeklärt und den Nachweis erbracht, daß die Bakterien ihre Wirtspflanzen mit organischen Stickstoffverbindungen, die sie synthetisch aus dem freien Stickstoff der Luft gewinnen, versorgen. Inzwischen sind nun eine Reihe weiterer derartiger

symbiotischer Vergesellschaftungen entdeckt worden. An die Feststellung Zimmermanns, daß bei manchen Rubiaceen (*Pavetta* u. a.) durch Bakterien knöllchenförmige Anschwellungen an den Blättern verursacht werden, knüpfen Versuche von Faber an, welche die Reinkultur der beiden isolierten Komponenten zum Ziele hatten. Wie bei den Leguminosen, so ergab sich auch bei den Bakterien der Rubiaceen eine Stickstoffbindung aus der Luft, während die bakterienfreien Blütenpflanzen nur ein kümmerliches Gedeihen zeigten, also offenbar auf die Stickstoffzufuhr von seiten ihres Partners angewiesen sind. — Eine weitere Bereicherung erfuhren dann unsere Kenntnisse durch Miehe, der bei der Myrsinaceengattung *Ardisia* ganz ähnliche Verhältnisse aufdeckte, wie Faber bei den Rubiaceen. In beiden Fällen erfolgt die Infektion der Pflanze mit Bakterien schon in der Samenanlage, wodurch eine Übertragung von Generation zu Generation gesichert wird. Bei *Ardisia* speziell liegen, wie Miehe schon in einer früheren Arbeit berichtete, die Dinge folgendermaßen: Die Bakterien gelangen bei der Samenreife vom Vegetationspunkt aus in den Zwischenraum zwischen Embryo und Endosperm und verharren dort bis zur Keimung. Der die Samenschale durchbrechende Sproßscheitel ist somit schon mit Bakterien behaftet, und dieser Zustand bleibt während des ganzen Entwicklungsganges erhalten. Jede Seitenachse, die sich vom Hauptvegetationspunkt abgliedert, erhält ihre Bakterienkappe mit, und somit gelangt der Symbiont auch in die Infloreszenzäste und in die Blüten selbst. Dies ist der Hauptkreislauf, von dem aber mannigfache Abzweigungen in die jungen Blattanlagen führen. Die Bakterien dringen hier in die am Blattsaum gelegenen Wasserspalten ein und veranlassen Gewebewucherungen, die sich schon dem unbewaffneten Auge als kleine Knötchen zu erkennen geben. Im weiteren Verlauf werden dann die Spaltöffnungen nach außen verschlossen und im Innern wird ein Sekret ausgeschieden, das den Bakterien wohl als Nahrung dient. Miehe gelang es nun, aus den Blattknöllchen ein Bakterium zu isolieren, das er als *Bacillus foliicola* bezeichnet und das vom Erreger der Rubiaceenknöllchen, *Bacterium Rubiacearum*, spezifisch verschieden ist. Jedoch besteht physiologische Übereinstimmung insofern, als auch *Bact. foliicola* freien Stickstoff zu binden vermag. — Es ergab sich nun als weitere Aufgabe, die *Ardisien* bakterienfrei zu kultivieren, um zu ermitteln, ob dabei irgendwelche Störungen zutage treten, die auf das Fehlen des Symbionten zurückgeführt werden können. Dabei ergaben sich sehr seltsame Resultate. Die Entfernung der Bakterien gelang in der Weise, daß die Samen 1 bis 3 Tage einer Temperatur von ca. 40° C ausgesetzt wurden, die auf die Bakterien tödlich wirkt. Die so behandelten Samen keimten zu beinahe 100 % aus, und die jungen Pflänzchen entwickelten sich auch ganz normal weiter bis zur Bildung des dritten bis vierten Blattes. Dann trat plötzlich eine Änderung ein. Aus den Blattwinkeln sproßten knollenförmige Bildungen hervor, die ihrerseits wieder unregelmäßige Ausstülpungen produzierten, so daß ein kaktusähnliches Gebilde zustande kam. Die Achse blieb gestauch und weitere Blattproduktion fehlte vollständig, abgesehen von einigen Individuen, bei denen sekundär normale Zweige durchbrachen. Ähnliche Kümmerformen traten auch spontan bei *Ardisia* auf, und zwar bei etwa 48 % der Aussaat. Die mikroskopische Untersuchung ergab nun, daß all diese Zwerggestalten, sei es, daß sie sich von erhitztem oder normalem Samenmaterial herleiteten, nahezu oder vollständig bakterienfrei waren,

so daß die Mißbildung also offenbar mit dem Fehlen des Symbionten in Zusammenhang steht. Es ist also, so kann man schließen, *Ardisia* so sehr an das Zusammenleben mit *Bact. foliicola* angepaßt, daß sie selbständig nicht mehr normal zu gedeihen vermag. Bei *Ardisia* sowohl wie bei den Rubiaceen ist die Verketung der beiden Symbionten enger als bei den Leguminosen, weil hier schon eine Sameninfektion eintritt, während bei den Leguminosen die junge Keimpflanze jedesmal neu befallen werden muß.

P. St.

Das von *Diels* unter der Mitwirkung verschiedener anderer Autoren herausgegebene Werk **Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich** gibt einen besonders jetzt in Kriegszeiten äußerst wertvollen Überblick über die dem Pflanzenreich entstammenden Ersatzstoffe für Ernährung und Heilkunde, Technik und Industrie. In besonderen Abschnitten werden behandelt: Nahrungs- und Genußmittel, Arzneistoffe, Ersatzstoffe für Seife, Gummi und Kautschuk, und ein besonderes Kapitel ist der wichtigen Frage der Pflanzenfasern gewidmet. Unter den Nahrungsmitteln nehmen die Salate und Gemüse eine besonders wichtige Stellung ein. Über 100 einheimische Arten werden aufgezählt, die sich für diese Zwecke eignen. Darunter befinden sich zahlreiche Formen, die in vergangenen Zeiten im Haushalt eine wichtige Rolle spielten und die jetzt wieder durch die besonderen Zeitverhältnisse zu Ehren gelangen. So treffen wir unter den Salaten Wiesenschaumkraut, Nelkenwurz, Ehrenpreis, Maßliebchen, Schlüsselblumen, Löwenzahn und Mauerpfefferarten, unter den Gemüsen Brennessel, Gänsefuß, Ampfer, Wegerrich und Schafgarbe. Für Obstersatz kommen Vogelbeere, Holunder und Moosbeere in Betracht. Einen besonderen Aufschwung hat die Verwendung der Pilze im Haushalt erlebt. Dies ist auch durchaus berechtigt, denn die Pilze stehen hinsichtlich ihres Nährwertes zwischen Fleisch und Gemüse. Getrockneter Steinpilz enthält 44,69 % Kohlehydrat, 5,15 % Fett und 11,58 % Eiweiß. Beim Reizker steigt der Eiweißgehalt sogar auf 32 % an. Bei einiger Gewissenhaftigkeit lassen sich auch die Pilzvergiftungen vollständig vermeiden. Hier ist noch ein dankbares Feld für aufklärende Werbetätigkeit.

Wie bei den Nahrungsmitteln, so war Deutschland auch hinsichtlich der Genußmittel vor dem Kriege in hohem Maße auf das Ausland angewiesen. So betrug die Einfuhr 1913 an Kaffee 1 683 000 Doppelzentner, an Kakao 510 530 Doppelzentner,* an Tee 42 900 Doppelzentner und endlich an Tabak etwa 750 000 Doppelzentner. Als Kaffeeersatz kommen Kohlrübe, Mohrrübe, Zichorie, Getreide und Eicheln in Betracht. Ein einheimisches Surrogat für Kakao gibt es nicht. Dagegen ist die Liste der Teersatzpflanzen sehr groß. An erster Stelle steht da die Brombeere, deren Blätter, wenn sie zum Zwecke der Fermentation zuerst mit der Hand zerrieben und dann getrocknet werden, ein sehr wohl-schmeckendes Getränk ergeben. Weniger gut bestellt ist es mit den Tabakersatzpflanzen. Verwendung findet das Laub der verschiedensten Waldbäume und zahlreicher aromatischer Lippenblütler (Lavendel, Thymian, Salbei u. a.). Der häufig angepriesene Waldmeister ruft bei intensiverem Genuß Nervenkrankheiten hervor. Dagegen sind zur Streckung des Tabaks die Blütenblätter der Rose sehr brauchbar.

Ein sehr wichtiges Kapitel stellen die Textil-

pflanzen dar. Hier macht sich der Mangel in stärkstem Maße bemerkbar. So betrug die Einfuhr 1913: 1 589 947 Doppelzentner Jute, 671 237 Doppelzentner Flachs, 456 981 Doppelzentner Hanf und 4 779 209 Doppelzentner Baumwolle. Diese Lücken werden einigermaßen ausgefüllt durch Steigerung der einheimischen Hanf- und Flachsproduktion und durch die Heranziehung neuer Ersatzpflanzen, unter denen an erster Stelle die Brennessel genannt zu werden verdient. Obwohl sie hohe Ansprüche an den Boden stellt, ist ihre Kultur unter den gegenwärtigen Verhältnissen lohnend. Weiterhin kommen als Faserpflanzen vor allem Rohrkolben, Hopfen und Lupine in Betracht.

Wer sich für weitere Einzelheiten interessiert, findet in dem Buch, das auch zahlreiche Abbildungen enthält, allenthalben wertvolle Angaben.

P. St.

Über den Einfluß der Temperatur auf Größe und Beschaffenheit von Zelle und Kern im Zusammenhange mit der Beeinflussung von Funktion, Wachstum und Differenzierung der Zellen und Organe, (Experimente an Amphibien.) [Otto Hartmann, *Arch. f. Entw. Mech. d. Organismen*, Bd. 44, H. 1 mit 5 Tafeln und zahlreichen Tabellen, S. 114—195.] Die Zellen und ihre Bestandteile, Kern, Nukleolen werden als Komponenten von Gleichgewichten aufgefaßt, deren Veränderungen bei verschiedener Temperatur studiert und als morphologischer Ausdruck physiologischer Verhältnisse gedeutet werden. Die Versuche mit hoher bzw. niedriger Temperatur beginnen entweder mit dem Ei oder setzen erst auf späterem embryonalem Stadium ein, in beiden Fällen werden gleiche Entwicklungsstadien verglichen. Oder man arbeitet erst mit ausgewachsenen Tieren. Folgende Fragen werden vorwiegend studiert: Wie verhält sich Zellgröße, Kernplasmarelation usw. einer großen Anzahl verschiedener Zell- und Organkategorien bei verschiedener Temperatur, läßt sich eine Beziehung zwischen Funktion der Zellen und ihrer zytologischen Thermovariabilität feststellen, und was lehrt uns das für die Morphologie und Physiologie der Zelle? Kann sich die Größe der Zelle und ihrer Komponenten auch im Erwachsenen der Temperatur anpassen, in welchem Maße, und ist die Reihenfolge der Zellarten ihrer Temperaturbeeinflussbarkeit nach hier dieselbe wie bei Kulturen ab ovo oder junger Larven? Eine Sonderstellung nehmen, neben anderen interessanten Ausnahmen der Nierenzellen, die Blutkörperchen ein. Diese sind im fertigen Organismus nicht mehr temperaturbeeinflussbar, wohl aber als Erythroblasten und in ihrem embryonalen Blastem. Diese Verhältnisse physiologisch zu deuten, wird versucht. Die Veränderungen, die höhere Temperatur an Organen einheitlicher Funktion (Nieren, Kiemen, Leber) als funktionelle Anpassung hervorruft, werden physiologisch analysiert und in Beziehung zu den zytologischen Veränderungen gesetzt, sich so wechselseitig aufklärend. Den Schluß der Arbeit, von der nur einige Hauptpunkte hier Platz finden konnten, bildet eine Erörterung der elementaren physikochemischen Möglichkeiten, die für die inter- und intrazellulären Stoffwechselbeziehungen und deren Temperaturveränderung, und damit für die zytologischen Verhältnisse, in Betracht kommen. Endlich folgt eine Analyse der zytologischen Verhältnisse bei der Zellgrößenveränderung durch die Temperatur auf Grund der Stoffwechselökonomie und Umsatzgleichgewichte.

Autoreferat.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 39.

27. September 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Biologische Anstalt auf Helgoland 1892—1917.
Von *Geh.-Rat Prof. Dr. Fr. Heincke, Helgoland.*
S. 569.

Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel.
Von *Dipl.-Ing. Alb. Betz, Göttingen.* (Schluß.) S. 573.

Besprechungen:

Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der

Physiogeographie. Von *Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.* S. 578.

Höfer, Edler von Heimhalt, Hans, Die Verwerfungen. Von *Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.* S. 579.

Paläogeographische Mitteilungen. S. 579—580.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Pflügers Archiv

für die gesamte

Physiologie

des Menschen und der Tiere

Herausgegeben

von

E. Abderhalden

Halle a. S.

A. Bethe

Frankfurt a. M.

R. Höber

Kiel

Demnächst erscheint:

171. Band

Erscheint in zwanglosen Heften von 6 bis 7 Druckbogen; 6 Hefte bilden einen Band

Preis des Bandes M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Allgemeine Physiologie

Eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben

von

A. von Tschermak

In zwei Bänden.

Erster Band: Grundlagen der allgemeinen Physiologie

1. Teil: Allgemeine Charakteristik des Lebens
physikalische und chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz

Mit 12 Textabbildungen — Preis M. 10,—

Hierzu Teuerungszuschlag

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Arztwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

27. September 1918.

Heft 39.

Die Biologische Anstalt auf Helgoland 1892—1917.

Von Geheimrat Prof. Dr. Fr. Heincke, Helgoland,
Direktor der Biologischen Anstalt.

Mit dem Deutschwerden Helgolands im Jahre 1890 sollte auch ein alter Wunsch der deutschen Biologen erfüllt werden: Die Errichtung einer zoologischen Meeresstation an der Nordsee. Mitten in der offenen See gelegen, umgeben von einem sehr reichen, vielgestaltigen Meeresleben, wie sonst nirgends an der deutschen Küste, genoß das rote Felseneiland schon viele Jahre vorher den Ruf einer klassischen Stätte biologischer Forschung, den berühmte deutsche Zoologen und Botaniker, wie Ehrenberg, Joh. Müller, Leuckart, Haeckel, Pringsheim u. a. durch ihre Studien auf Helgoland begründeten. Hier konnten jetzt, was unter englischer Herrschaft unmöglich war, den die Nordsee aufsuchenden Biologen feste Arbeitsstätten geboten werden in einem Laboratorium nach dem Muster der zoologischen Station in Neapel, das zugleich für den Fang, die Haltung und Konservierung der Meerespflanzen und -tiere und ihre Versendung an die wissenschaftlichen Anstalten des Binnenlandes eingerichtet wurde.

Diese neue zoologische Meeresstation, die erste in Deutschland, trat im April 1892 unter dem Namen „Kgl. Biologische Anstalt auf Helgoland“ als preußisches, dem Kultusministerium unterstelltes Institut ins Leben und begann nach vollendeter Einrichtung im folgenden Jahre 1893 ihre Tätigkeit. Die Anstalt kann also in diesem Jahre auf eine 25-jährige wissenschaftliche Arbeit zurückblicken, leider auf keine ununterbrochene. Seit dem 1. August 1914 ist mit der Räumung der Seefestung Helgoland von der Zivilbevölkerung auch der Betrieb der Biologischen Anstalt so gut wie ganz eingestellt und die wissenschaftliche Tätigkeit ihrer Beamten, soweit diese nicht ins Feld gezogen sind, aufs Festland verlegt worden. Diese unfreiwillige Muße der Anstalt legt eine rückschauende Betrachtung über ihre Einrichtung, ihre Aufgaben, ihre Leistungen und wissenschaftliche Bedeutung nahe.

Die Biologische Anstalt auf Helgoland ist keine bloße zoologisch-botanische Station, wie die meisten derartigen Anstalten Europas; sie hat vielmehr zugleich den Charakter eines meereswissenschaftlichen Forschungsinstituts. Gleich bei ihrer Gründung sind ihr in dieser Beziehung recht viele und große, umfassende Aufgaben allgemeiner und besonderer Art gestellt worden. Neben die allgemeine Erforschung der Nordsee nach der physikalisch-chemischen, geologischen

und biologischen Seite ist hier die besondere Erforschung der Biologie der nutzbaren Tiere der Nordsee gestellt, vor allem der den Gegenstand der Seefischerei bildenden Fischarten. Beides, die allgemeine und die fischerei-biologische Meeresforschung, waren vorher schon seit zwanzig Jahren die in vorbildlicher Weise bearbeiteten Aufgaben der Kgl. Preußischen Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und wurden seit dem Aufblühen einer deutschen Hochseefischerei in der Nordsee in den achtziger Jahren auch von dem Deutschen Seefischerei-Verein in Berlin erfolgreich gefördert. Zu diesen beiden Forschungsstellen trat jetzt, in ständiger Verbindung mit ihnen, das neue Institut auf Helgoland als unentbehrliche dritte: ein marinbiologisches Laboratorium, mitten in der Nordsee und unmittelbar am Rande ihrer reichen Fischgründe gelegen. Als weitere besondere Aufgabe wurde der neuen Anstalt noch die Erforschung der Geologie, der Landflora und der Landfauna der Insel Helgoland gestellt, insbesondere auch das Studium des Vogelzuges an dieser bewährten Raststätte der Wandervögel. Endlich machten alle diese verschiedenen Aufgaben auch die Anlegung von Sammlungen und Aquarien und die Einrichtung von Unterrichtskursen für Studierende, Lehrer und Fischer notwendig.

Zum Leiter der neuen Anstalt wurde der durch seine fischereibiologischen Arbeiten bekannte Zoologe Dr. Heincke berufen, ein langjähriger Mitarbeiter der Kieler Meereskommission und des deutschen Seefischerei-Vereins. Ihm wurden drei Assistenten beigegeben, ein Zoologe, ein Botaniker und ein Fischereibiologe, die späteren Kustoden und Vorsteher der drei Abteilungen der Anstalt.

Trotz ihres von Anfang an klaren und bestimmten Arbeitsprogramms ist die Biologische Anstalt, ungleich unseren neuen wissenschaftlichen Forschungsinstituten des Binnenlandes, nicht gleich vollentwickelt ins Leben getreten. Vielmehr war ihr erster Anfang äußerst bescheiden und stand ganz außer Verhältnis zu den Schwierigkeiten jeder Art von Meeresforschung. Sie begann 1893 ihre Arbeiten mit einem Personal von vier Gelehrten, einem Fischmeister, zwei Fischern und einem Präparator, in einem einzigen Gebäude, einem allerdings sehr günstig im Unterlande an der See gelegenen alten Logierhause, das im Innern etwas umgebaut, neben einer kleinen Wohnung für den Fischmeister und den notwendigsten Dienst- und Arbeitsräumen für das Personal nur vier Arbeitsplätze für fremde Besucher enthielt. Ganz unzureichend waren die

Einrichtungen für Konservierung, Sammlungen und Aquarien und ebenso unzureichend die ersten Hilfsmittel für den Fang und die Anbringung des lebenden Untersuchungsmaterials, namentlich für die Arbeit auf offener See, bestehend in einer vierpferdigen Petroleummotorbarkasse, zwei kleinen Segelbooten und einer Ruderjolle. Besser waren die Anfänge des wissenschaftlichen Apparats, namentlich an Mikroskopen, und der Bibliothek, zu der ein guter Grundstock durch Kauf und wertvolle Geschenke gelegt wurde. In den ersten fünf Jahren von 1893 bis 1897 benutzten durchschnittlich jährlich nur 11 fremde Gelehrte die Arbeitsplätze der Anstalt; ihre eigenen Gelehrten hatten zunächst vollauf damit zu tun, sich erst einmal die Kenntnis der marinen Flora und Fauna Helgolands zu erwerben, durch eigenes Sammeln und Konservieren den Versand von wissenschaftlichem Material ins Binnenland in Gang zu bringen und sich aus jungen Helgoländern ihr Hilfspersonal selbst heranzubilden.

Es hat volle zehn Jahre gedauert, um die Biologische Anstalt aus diesen kleinen Anfängen lebens- und entwicklungsfähig, und weitere zehn Jahre, sie auch leistungsfähig zu machen und ihrem Ziele, einem meerwissenschaftlichen Lehr- und Forschungsinstitut, entgegen zu führen. Das Haupthindernis einer schnelleren Entwicklung war dabei die Kleinheit und Abgeschlossenheit der Insel Helgoland, besonders die große räumliche Beschränkung des Unterlandes, wo ja die Anstalt unmittelbar an der See liegen mußte. Es hat unendliche Mühe und Geduld gekostet und bei den durchaus großstädtischen Grundstückspreisen unverhältnismäßig viel Geld, um der Anstalt rechts und links von dem Stammgebäude durch Erwerb neuer Häuser nach und nach den allernotwendigsten Raum zu schaffen. Dazu kam die große Teuerung aller Lebensbedürfnisse, Materialien und Arbeitsleistungen auf Helgoland, die nicht nur alle Neueinrichtungen und baulichen Erweiterungen der Anstalt sehr kostspielig machte, sondern auch ihren dauernd auf Helgoland wohnenden Beamten die ganze Lebensführung und den Studierenden und Gelehrten des Festlandes den kurzen Besuch zur Benutzung der Arbeitsplätze außerordentlich erschwerte. Die Marine, die gleichzeitig mit der Anstalt nach Helgoland kam, hat alle solche Schwierigkeit leicht und schnell überwunden, weil ihr große staatliche Geld- und Zwangsmittel zu Gebote standen. Beide haben der Biologischen Anstalt lange Zeit mehr als nötig gefehlt. Als z. B. im Jahre 1909 endlich genügend Raum vorhanden war, um an Stelle der alten kleinen und baufälligen Gebäude an der See den unbedingt nötigen Neubau zu errichten, scheiterte der Plan an den hohen Bau- und Unterhaltungskosten und an der Scheu, auf dem kleinen, nach und nach zu einer Marinefestung ausgebauten Helgoland ein großes und modernes wissenschaftliches Institut zu errichten. Solche Hindernisse und Bedenken müssen und werden in

dem Maße schwinden, wie mit dem Erstarken der Seegeltung Deutschlands in den letzten Jahrzehnten auch weiteren Volkskreisen bewußt werden wird, welche hohe wirtschaftliche Bedeutung das Meer als Quelle menschlicher Nahrung hat, wie notwendig seine wissenschaftliche Erforschung und wie gerechtfertigt es ist, bedeutende, der Größe ihres Gegenstandes entsprechende Mittel dafür zu verwenden.

In dieser Beziehung trat 1902 eine Wendung in der Entwicklung der Anstalt ein. In diesem Jahre wurde das neuerbaute *Aquarium* eröffnet, das bald die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich zog, und gleichzeitig wurde die Biologische Anstalt Mitarbeiterin der *Internationalen Meeresforschung*, einer Vereinigung der Uferstaaten der nordeuropäischen Meere zu gemeinsamen wissenschaftlichen Forschungen im Dienste der Seefischereien. Das Hauptziel dieses bedeutenden Unternehmens war eine genaue Kenntnis der Biologie der nutzbaren Seefische als unentbehrliche Grundlage einer vernünftigen Bewirtschaftung des Meeres an Stelle des jetzigen, zu einem zerstörenden Raubbau ausgearteten Hochseefischereibetriebes. Das war ja auch Ziel und Aufgabe der Biologischen Anstalt, aber jetzt viel klarer gefaßt und ausgedehnt auf das ganze große internationale Gebiet nordischer Seefischereien; von vielen Staaten gleichzeitig in Angriff genommen, nach gleichen Untersuchungsmethoden und in der gleichen Überzeugung, daß auf dem großen Meere nur mit großen Mitteln erfolgreich gearbeitet werden kann. Die Biologische Anstalt hat durch ihren Leiter an der Begründung und Einrichtung der Internationalen Meeresforschung zusammen mit der Kieler Meereskommission und dem Deutschen Seefischerei-Verein wesentlichen Anteil gehabt und als eine ihrer ausführenden deutschen Arbeitsstellen von Anfang an erfolgreich mitgearbeitet.

Für die Teilnahme Deutschlands an der internationalen Meeresforschung wurden außerordentliche Mittel bereitgestellt. Das Reich baute für die Arbeiten auf See den mit allen Einrichtungen für wissenschaftliche und praktische Untersuchungen ausgestatteten Reichsforschungsdampfer „Poseidon“ und übernahm seine Betriebskosten. Preußen vermehrte die persönlichen und sächlichen Mittel der ausführenden Arbeitsstellen an Land; bei der Biologischen Anstalt um drei wissenschaftliche Hilfsarbeiter und einen Zuschuß zu den Betriebskosten des Laboratoriums.

Das neue Aquarium und die Internationale Meeresforschung haben die Entwicklung der Anstalt im zweiten Jahrzehnt ihres Bestehens mächtig gefördert. Mit der Vertiefung ihrer Aufgaben, der Erweiterung ihrer Ziele und der Vergrößerung ihrer Mittel vermehrten sich bald auch ihr Personal, ihre Arbeitsräume, ihre technischen Hilfsmittel, ihre Bibliothek und ihre wissenschaftlichen Sammlungen. Mit der Vermehrung der Arbeitsplätze für fremde Gelehrte vervielfältigte

sich auch die Zahl ihrer Benutzer. Die steigenden Leistungen der Anstalt erwarben ihr Beachtung und Anerkennung im In- und Auslande und weithin drang der Ruf ihres schönen Aquariums.

So wuchs die Biologische Anstalt in langsamer, aber stetiger und bewußter Verfolgung ihrer Ziele aus einer kleinen zoologischen Station zu einem ansehnlichen meerwissenschaftlichen Institut heran.

Das Folgende ist eine kurze Darstellung ihres Umfanges, ihrer Einrichtungen und ihrer Arbeiten vor Beginn des Weltkrieges.

Statt des einen kleinen Gebäudes im Jahre 1893 besteht die Anstalt jetzt aus nicht weniger als 13 einzelnen Baulichkeiten, darunter 5 Beamtenwohnhäuser und 5 in einer Reihe an der See gelegene Dienstgebäude, die leider immer noch nicht zu einem großen Neubau vereinigt sind. Die Zahl der wissenschaftlichen Beamten ist einschließlich des Direktors von 4 im Jahre 1893 auf 8 gewachsen, das Personal für Laboratorium und Aquarium von 1 auf 6 (darunter 2 Präparatoren), für die wissenschaftliche Fischerei auf See von 3 auf 7 unter Leitung des Fischmeisters, das Hauspersonal auf 3, insgesamt 24 Personen, gegen 8 im Jahre 1893. Die erste kleine Petroleummotor-Barkasse ist ersetzt durch einen sehr zweckmäßig für die wissenschaftliche und praktische Fischerei eingerichteten seetüchtigen Motorkutter von 25 m Länge mit einem 75pferdigen Dieselmotor; dazu kommen ein 6,5 m langes Beiboot mit 8pferdigem Benzinmotor, 2 Segelboote und 2 Ruderboote. Für weitere Untersuchungsfahrten in die Nordsee und über dieselbe hinaus steht der Reichsforschungsdampfer „Poseidon“ zur Verfügung.

Die persönlichen und sächlichen Ausgaben der Anstalt stiegen von rund 33 000 M. im Jahre 1893 auf rund 93 000 M. im Jahre 1913.

Der älteste Teil der Anstalt ist die *zoologisch-botanische Station*. Die Zahl ihrer Arbeitsplätze ist jetzt von 4 im Jahre 1893 auf 16 gestiegen, die Zahl ihrer jährlichen Benutzer von 7 auf 50. Unter den 470 Benutzern in diesen 21 Jahren waren 81 v. H. Reichsdeutsche, die übrigen Ausländer, meistens Österreicher, Russen, Engländer und Amerikaner. 84 % kamen zu zoologischen oder allgemein biologischen, 15 % zu botanischen und 1 % zu geologischen Studien. Viele namhafte Zoologen und Botaniker haben in der Biologischen Anstalt gearbeitet. Mit der Eröffnung des Aquariums und besonders seit der Einführung des biologischen Unterrichts in den höheren Lehranstalten haben Lehrer und Lehrerinnen an Schulen aller Art in steigender Zahl die Anstalt besucht. Das immer lebhafter werdende Bedürfnis und der Wunsch nach biologischen *Unterrichtskursen* in Helgoland für Studierende und Lehrer, wofür hier wie nirgends sonst alle Bedingungen gegeben waren, konnten leider aus dem einzigen Grunde nicht erfüllt werden, weil genügend große Arbeits- und Lehrräume fehlten. Dagegen

hat die Anstalt regelmäßig kleine Kurse für Ärzte und Offiziere der Fischerei-Aufsichts- und der Vermessungsfahrzeuge der Kaiserlichen Marine und gelegentlich auch für Fischereibeamte abgehalten.

Besondere Vorzüge der Helgoländer zoologisch-botanischen Station sind die so gut wie kostenlose Benutzung der Arbeitsplätze, der sehr gut arbeitende Fischereidiener auf See, der den Benutzern der Arbeitsplätze die Beschaffung des gewünschten Untersuchungsmaterials nach Möglichkeit gewährleistet, und besonders die für ein Institut wie das Helgoländer selten große und reichhaltige *Bibliothek*, der Stolz der Anstalt. Sie besteht zurzeit aus rund 7000 gebundenen Bänden und zahlreichen Broschüren und Karten und vermehrt sich hauptsächlich durch den Schriftentausch mit mehr als 200 gelehrten Gesellschaften und Personen.

Der Versand von lebendem und konserviertem Material an Aquarien, wissenschaftliche Institute, Museen und Schulen hat allmählig einen recht bedeutenden Umfang erreicht. Von 1908 bis 1913 wurden im Jahresdurchschnitt 280 Versendungen gemacht, die einen Erlös von 4000 M. und eine Reineinnahme für die Staatskasse von 2300 M. ergaben. Dieser Versand, namentlich an öffentliche und Liebhaber-Aquarien, könnte durch Vermehrung der Arbeitskräfte und bei geschäftsmäßigem Betrieb noch ganz bedeutend gesteigert werden.

Das *Aquarium* der Biologischen Anstalt — in dem Neubau an dem Nordostrand ihrer Häuserreihe — steht wohl an Zahl und Größe seiner Schaubecken und bei der Beschränkung auf ein nördliches Meer auch an Mannigfaltigkeit und Schönheit seiner Tiere hinter manchem anderen, z. B. dem Neapeler zurück, darf aber in der Zweckmäßigkeit seiner Einrichtung und wegen der Frische und lehrreichen Anschaulichkeit, in der es Leben und Entwicklung der Tiere und Pflanzen zeigt, zu den schönsten und bedeutendsten seiner Art gerechnet werden. In der Badesaison ist es gegen ein billiges Eintrittsgeld dem Publikum täglich geöffnet und stark besucht, von 1910 bis 1913 durchschnittlich jährlich an 150 Besuchstagen von 22 000 zahlenden Personen, die der Staatskasse rund 8400 M. einbrachten. An das im Erdgeschoß befindliche Schauaquarium schließen sich kleine, bewegliche, nur wissenschaftlichen Zwecken dienende Aquarien an, teils in dem Obergeschoß desselben Gebäudes in Verbindung mit den dort eingerichteten Arbeitsplätzen, teils in einem Nebenhause. In den letzten Jahren ist das Aquarium mit großem Erfolge benutzt worden, um Momentphotographien, farbige und kinematographische Aufnahmen von Pflanzen und Tieren der Nordsee zu machen, die in weiteren Kreisen bekannt geworden sind.

Das *Nordseemuseum* der Biologischen Anstalt — ein für sich gelegenes Gebäude in der Kaiserstraße — soll ihre wissenschaftlichen Sammlun-

gen aus der Tier- und Pflanzenwelt der Nordsee und der Landfauna und Flora, sowie der Geologie von Helgoland und den anderen deutschen Nordsee-Inseln aufnehmen. Diese Sammlungen sind bereits sehr umfangreich und für die Insel Helgoland und das umgebende Meer wohl bereits vollständig zu nennen. Für die entfernteren Teile der Nordsee und die angrenzenden Meere sind sie außerordentlich bereichert durch die Untersuchungsfahrten der Anstalt im Dienste der internationalen Meeresforschung, die sich durch die ganze Nord- und Ostsee bis in den Ozean und ins Eismeer erstreckten. Ein Teil der Sammlungen ist als Schausammlung aufgestellt und als ein Gegenstück zum Aquarium dem Publikum geöffnet. Sie füllt die beiden großen Säle des Museums; den oberen eine Reihe schöner Präparate zur Biologie der Pflanzen und Tiere der Nordsee, den unteren die berühmte Sammlung *Helgoländer Wandervogel*, in englischer Zeit von dem Regierungssekretär und Ornithologen Gätke in fünfzigjähriger Arbeit zusammengebracht, nach ihrem Ankauf durch die preußische Regierung der Biologischen Anstalt überwiesen und von ihr neu aufgestellt und bedeutend vermehrt. Sie enthält jetzt etwa 380 Vogelarten Europas, Asiens, Afrikas und Amerikas, die auf ihren Wanderungen Helgoland besuchten. Neuerdings durch eine Balgsammlung von etwa 750 Stück in 200 Arten vergrößert, ist sie eine der schönsten und wissenschaftlich bedeutendsten ornithologischen Lokalsammlungen. Verbunden mit ihr ist.

Die Vogelwarte Helgoland: Sie ist 1909 durch Berufung eines ornithologischen Assistenten als besondere Abteilung der Biologischen Anstalt begründet, ein Gegenstück zu der bekannten Vogelwarte Rossitten auf der Kurischen Nehrung. Sie setzt die älteren Beobachtungen Gätkes über den Vogelzug auf Helgoland nach neuen Methoden fort und sucht durch tägliche Notierungen des Erscheinens der Wandervogel verbunden mit Wetterbeobachtungen und Aussetzungen markierter Vögel Regeln und Wege des Vogelzuges zu erforschen. Über ihre Tätigkeit werden ausführliche Jahresberichte in Sonderheften des Journals für Ornithologie veröffentlicht. In den Jahren 1910 bis 1914 wurden rund 14 000 Vögel aller Art, meist Möwen und Seeschwalben mit Ringen markiert und ausgesetzt, von denen bis 1916 rund 600 als wiedergefangen gemeldet sind.

Der *botanisch-ornithologische Versuchsgarten* ist eine von dem Botaniker und dem Ornithologen der Anstalt in den Jahren 1910 bis 1914 geschaffene Anlage auf dem Oberlande. Sie soll einerseits wissenschaftlichen Versuchen dienen zur Eingewöhnung festländischer, namentlich subtropischer Pflanzenarten an das milde Inselklima Helgolands und Studien über die Wirkung der Seewinde auf die Vegetation. Andererseits soll der eingezäunte Garten den Zugvögeln auf dem durch Befestigungsanlagen immer mehr eingeengten und beunruhigten Oberlande eine Stätte ungestörter Rast

bieten und damit ihre Beobachtung erleichtern. Der mit viel Mühe und Kosten angelegte Garten war 1914 kurz vor Ausbruch des Krieges vollendet und versprach neben dem Aquarium und Nordseemuseum eine neue Zierde der Anstalt und der Insel zu werden.

Die hydrographische Station, die 1893 von der Kieler Kommission übernommen wurde, führt tägliche Bestimmungen der Temperatur und des Salzgehalts des Oberflächenwassers bei Helgoland aus; seit mehreren Jahren nach den verbesserten Methoden der internationalen Meeresforschung und zugleich mit 14tägigen Tiefenserien-Bestimmungen.

Die Preussische Meteorologische Station auf Helgoland wird seit 1900 von der Biologischen Anstalt verwaltet, die auch die tägliche Übermittlung der Wettertelegammme an die Seewarte und die Beobachtung des Flutmessers besorgt.

Eine Erdbebenstation II. Ordnung wurde 1907 in Helgoland durch das geophysikalische Institut in Göttingen als besondere Abteilung der Biologischen Anstalt eingerichtet. Die Aufzeichnungen der Station werden nach Göttingen mitgeteilt.

So vereinigt die Biologische Anstalt verschiedene Arten naturwissenschaftlicher Arbeit zu dem gemeinsamen Ziele der Erforschung der Nordsee und der Insel Helgoland.

Die wissenschaftlichen Arbeiten und Leistungen der Anstalt haben mit ihrer fortschreitenden Entwicklung und namentlich seit ihrem Eintritt in die internationale Meeresforschung an Umfang und Bedeutung erheblich zugenommen. Ihre Botaniker und Zoologen haben zahlreiche und wertvolle Untersuchungen veröffentlicht zur Systematik und Verbreitung, zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Meeresalgen, des Planktons und niederer Tiergruppen der Nordsee, z. B. der Polypentiere u. a. Die Fischereibiologen der Anstalt haben unsere Kenntnis von der Biologie der höheren Meerestiere, namentlich der Nutzfische der Nordsee außerordentlich bereichert. Auf ihren zahlreichen und weiten Untersuchungsfahrten mit dem „Poseidon“ (von 1902 bis 1913 etwa 50 mit 600 Fahrtagen) haben sie mit neuen und verbesserten Methoden der wissenschaftlichen Fischerei ein sehr großes Material gesammelt zur Beantwortung vieler schwieriger Fragen auf diesem Gebiete. So das alte Problem der Rassen und Wanderungen des Herings und anderer Nutzfische; die Fortpflanzung der Nutzfische, insbesondere die Verbreitung und Entwicklungsbedingungen ihrer planktonischen Eier und Larven; das Alter und Wachstum der Fische; die Zusammensetzung der Fischbestände im Meere nach Größe, Alter, Geschlecht u. a. m. Manche dieser Fragen sind hauptsächlich durch die Arbeiten der Biologischen Anstalt im Prinzip und zum Teil erschöpfend gelöst worden. Einige solcher Untersuchungen, wie die Bestimmung des Alters der Fische und der Zusammensetzung der Fischbestände, sind

von entscheidender Bedeutung in wichtigen fischereiwirtschaftlichen Fragen, z. B. ob für gewisse Nutzfische der Nordsee bereits Überfischung besteht, und ob und welche Maßregeln zum Schutze ihrer natürlichen Bestände ergriffen werden können. Hiermit hat die internationale Meeresforschung sich in den letzten Jahren vor dem Kriege besonders eingehend beschäftigt und dabei für eine wichtige Nutzfischart, die *Scholle der Nordsee*, den beteiligten Regierungen der Uferstaaten wissenschaftlich und praktisch begründete Vorschläge zu internationalen Schonmaßregeln machen können. An diesen Arbeiten hat die Biologische Anstalt sich durch ihren Leiter hervorragend beteiligt. Auch auf anderen praktischen Gebieten der deutschen Seefischerei und Fischzucht ist die Anstalt als Mitarbeiterin des Deutschen Seefischerei-Vereins tätig gewesen.

Ein großer Teil der wissenschaftlichen Arbeiten der Biologischen Anstalt wird in den „*Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen*“ veröffentlicht, einer 1892 begründeten Zeitschrift in Gr. 4, die im Auftrage der Preussischen Landwirtschafts- und Kultusministerien von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland herausgegeben wird, mit besonderen Abteilungen für Kiel und Helgoland. Von der Abteilung Helgoland sind bis jetzt 11 vollständige Bände herausgegeben, die 86 Abhandlungen mit 3353 Seiten Text, 530 Textfiguren, 143 Tafeln und 18 Karten enthalten. Viele andere Arbeiten sind in den Berichten der internationalen Meeresforschung in Kopenhagen (Rapports usw.), in den Abhandlungen und Mitteilungen des Deutschen Seefischerei-Vereins und in anderen botanischen, zoologischen und fischereilichen Zeitschriften veröffentlicht. Auch gibt die Biologische Anstalt gelegentlich noch andere eigene Schriften heraus. So ist kurz vor dem Kriege die erste Lieferung einer Sammlung von photographischen Momentaufnahmen aus dem Helgoländer Aquarium unter dem Titel: „Tier- und Pflanzenleben der Nordsee“ erschienen.

Viele Arbeiten der Biologischen Anstalt, darunter manche großangelegte, sind noch unvollendet. Der Krieg hat weder auf der Insel noch auf dem Meere Raum und Muße gelassen zu wissenschaftlicher Arbeit und damit den Betrieb der Anstalt so gut wie ganz zum Stillstand gebracht. Wir wissen noch nicht, ob und wann die unterbrochene Arbeit wieder aufgenommen werden kann, wir wollen und müssen aber hoffen, daß es sicher und bald geschehen kann. Es wäre ein wirklicher Verlust für die Biologie und für die Deutsche Meereswissenschaft, wenn ein auf Helgoland so günstig gelegenes und so bewährtes und entwicklungsfähiges Forschungsinstitut dauernden Schaden nehmen oder gar für immer eingehen müßte.

Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel.

Von Dipl.-Ing. Alb. Betz, Göttingen.

(Schluß.)

Wir haben festgestellt, daß von den seitlichen Flügelenden Wirbel ausgehen, welche die gleiche Zirkulation haben wie der Flügel und gewissermaßen seine Fortsetzung bilden. Es ist nun von Wichtigkeit zu wissen, wie diese Wirbel verlaufen. Da intensive Wirbel nur an der Berührungsfläche zwischen Flüssigkeit (Luft) und einem anderen Körper entstehen und stets mit der Materie mitwandern, so ist anzunehmen, daß sie hinter dem Tragflügel zu suchen sein werden, in der Luftschicht, welche mit dem Flügel in Berührung gekommen ist. Tatsächlich kann man sie dort auch verhältnismäßig leicht experimentell feststellen. Auf Grund theoretischer Überlegungen hat Prof. Prandtl¹⁾ nachgewiesen, daß die beiden Wirbel im Wesentlichen von den Flügelspitzen wie zwei Zöpfe nach hinten verlaufen und dabei, abgesehen von der nächsten Umgebung des Flügels, stets den gleichen Abstand a behalten (Fig. 12). Dieser

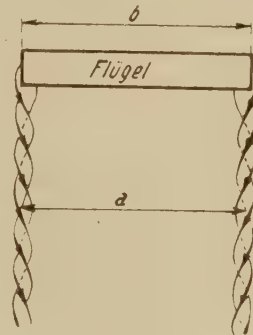


Fig. 12. Von den seitlichen Enden eines Tragflügels ausgehende Wirbelzöpfe. Der Abstand a der Wirbelzöpfe ist etwas kleiner als die Spannweite b . Der Unterschied ist aber in der Regel nur gering.

ist annähernd gleich der Flügelspannweite b , wenn der Auftrieb nahezu über die ganze Flügelspannweite gleichmäßig verteilt ist, bzw. wenn die Zirkulation bis nahe an den Flügelrand in ihrer vollen Stärke vorhanden ist. Ist der Auftrieb nicht gleichmäßig verteilt, so kann man ihn sich durch mehrere einander überlagerte Flügel erzeugen denken, welche zwar selbst gleichmäßig verteilten Auftrieb, aber verschiedene Spannweiten besitzen. Immer wo ein solcher Teilflügel zu Ende ist, sinkt die Zirkulation um den Gesamtflügel um den Betrag, welcher dem Teilflügel eigen war. (Fig. 13.) Von dieser Stelle geht aber dann auch ein Wirbelzopf aus, der zu dem Teilflügel gehört, also dem Auftriebsabfall an der betreffenden Stelle entspricht. Bei dieser Vorstellung fällt der Auftrieb

¹⁾ Prandtl, Ergebnisse und Ziele der Göttinger Modellversuchsanstalt (Vortrag in der Versammlung von Vertretern der Flugwissenschaft in Göttingen), Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, III. Jahrg. S. 33 ff.

stufenförmig nach dem Rande hin ab. Man kann aber die Stufen beliebig klein bekommen, wenn man nur genügend viele Teilflügel mit entsprechend geringem Auftrieb zur Überlagerung bringt. Bei Verwendung von unendlich vielen Flügeln erhält man schließlich einen stetigen Abfall (wie er natürlich in Wirklichkeit allein vorkommt). Die einzelnen, von der Flügelhinterkante ausgehenden Wirbel (Fig. 13 unten) gehen dann in ein kontinuierliches Wirbelband über (Fig. 14).



Fig. 13. Flügel mit stufenförmig nach dem Rand hin abfallender Auftriebsverteilung; darunter Querschnitt durch die zugehörigen Wirbelzöpfe hinter dem Flügel, welche von jeder Stufe ausgehen. Über den einzelnen Wirbeln ist die Strömung nach innen gerichtet, unter denselben nach außen, zwischen den einzelnen Wirbeln heben sich die Geschwindigkeiten teilweise auf.



Fig. 14. Querschnitt durch das Wirbelband hinter einem Flügel mit kontinuierlich abfallender Auftriebsverteilung. Die einzelnen Wirbelfäden (Fig. 13 unten) haben sich zu einem kontinuierlichen Bande zusammengeschlossen (stark ausgezogene Grade). Die vertikale Strömung zwischen zwei benachbarten Fäden hebt sich im wesentlichen auf, es bleibt nur die hier dargestellte Strömung, sowie eine annähernd gleichmäßige Abwärtsbewegung des ganzen Systems übrig. Die Geschwindigkeitsdifferenz auf der Ober- und Unterseite an einer Stelle des Bandes ist gleich der Wirbelintensität an der betreffenden Stelle. NB. Die Stromlinien stellen die Bewegung relativ zum Wirbel dar (also so wie sie einem Beobachter erscheinen, der sich mit dem Wirbelsystem mitbewegt), dazu kommt noch die erwähnte gleichmäßige Abwärtsbewegung des Wirbelbandes selbst. Für einen ruhenden Beobachter haben die Stromlinien ungefähr die in Fig. 18 angegebene Gestalt.

Die Intensität desselben ist dort am größten, wo der Auftrieb am steilsten abfällt. Genauer ausgedrückt ist die Intensitätsverteilung im Wirbelband proportional dem Differentialquotienten der Auftriebsverteilung (vgl. Fig. 17). Bei normalen Flügeln ist der hauptsächlichste Abfall an Auftrieb nahe am Rande und deshalb sind auch die nach hinten abgehenden Wirbel hier am stärksten konzentriert. Solange wir uns nicht für das Strömungsfeld in unmittelbarer Nähe der Wirbelzöpfe interessieren, können wir diese, wie oben auseinanderzusetzen, ohne großen Fehler durch Wirbelfäden ersetzen, welche von den Flügelspitzen parallel nach hinten verlaufen. Da ferner die Zirkulationsströmung um den Flügel (Fig. 5) in grö-

ßerer Entfernung von ihm ebenfalls mit der Strömung um einen Wirbelfaden übereinstimmt, so können wir auch den Flügel selbst durch einen Wirbelfaden ersetzen, welcher die beiden seitlichen Fäden zu einem einzigen zusammenhängenden Wirbelfaden verbindet. Dieser Wirbel, dessen Feld also in einiger Entfernung mit dem des Flügels und seiner Wirbelzöpfe übereinstimmt, hat demnach die in Fig. 15 wiedergegebene Gestalt. Man kann diesen Ersatzwirbel z. B. dazu benützen, um die gegenseitige Beeinflussung der Tragflügel bei Doppeldeckern und Dreideckern zu ermitteln¹⁾. Man ersetzt der Reihe nach jedes der Tragdecks durch den entsprechenden Wirbel, ermittelt die seinem Feld entsprechenden Geschwindigkeiten an den Stellen, an denen sich die anderen Tragdecks befinden, und berechnet dann die durch diese Geschwindigkeitsänderungen verursachten Änderungen der Kräfte (Auftrieb und Widerstand). Die auf diese Weise erzielten Ergebnisse zeigen eine recht befriedigende Übereinstimmung mit den Messungen.²⁾



Fig. 15. Wirbelsystem, dessen Feld in einiger Entfernung von ihm mit dem eines Tragflügels von endlicher Spannweite übereinstimmt.

Die bequeme Wiedergabe des Strömungsfeldes durch einen einzelnen Wirbelfaden ist leider unzulässig, wenn es sich um Vorgänge in unmittelbarer Nähe der Wirbelzöpfe handelt, insbesondere z. B. wenn wir ihren Einfluß auf den Flügel selbst untersuchen wollen. In diesem Falle müssen wir auf die Verteilung der Wirbelstärke näher eingehen. Es wurde bereits weiter oben hervorgehoben, daß die genauere Gestalt der vom Flügel ausgehenden Wirbel ein Wirbelband ist, dessen Intensitätsverteilung eindeutig mit der Verteilung des Auftriebes längs der Spannweite zusammenhängt, indessen die Intensität des Zopfes im Abstände x aus Flügelmitte proportional $\frac{\partial \Gamma}{\partial x}$ ist. Wie oben in dem kurzen Abschnitt über Wirbel bereits erwähnt, kann man auch das Feld eines physikalischen Wirbels von gegebener Intensitätsverteilung berechnen, indem man die Felder der einzelnen Wirbelfäden, aus denen

¹⁾ Betz, Die gegenseitige Beeinflussung zweier Tragflächen. Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, V. Jahrg. S. 253 ff.

²⁾ Betz, Auftrieb und Widerstand von Doppeldeckern (11. Mitteilung aus der Göttinger Modellversuchsanstalt). Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, IV. Jahrg. S. 1 ff.

besteht, summiert (bzw. integriert). Wir können also auch *das Feld* der Wirbelzöpfe bei bestimmter Intensitätsverteilung oder, da diese von der Auftriebsverteilung abhängt, für eine *gegebene Auftriebsverteilung* berechnen. An der Stelle, wo sich der Tragflügel befindet, ist das Feld im wesentlichen durch Vertikalgeschwindigkeiten gegeben¹⁾, deren Größe im allgemeinen längs der Flügelspannweite verschieden ist und, wie eben gezeigt, von der Auftriebsverteilung abhängt.

Wir müssen nun untersuchen, welchen Einfluß das Hinzutreten einer solchen Vertikalgeschwindigkeit zur ungestörten Strömung (mit der horizontalen Geschwindigkeit v) ausübt. Zu diesem Zwecke betrachten wir einen Flügelquerschnitt (senkrecht zur Spannweite) in beliebigem Abstände von der Flügelmitte (Fig. 16). Wäre der Flügel unendlich lang, so wären die Verhältnisse durch das vorher behandelte ebene Problem gegeben. Die Begrenztheit der Flügellänge macht sich durch das Hinzutreten der Vertikalgeschwindigkeit w bemerkbar, welche zusammen mit der Horizontalgeschwindigkeit v eine schräg nach abwärts gerichtete Strömung u ergibt (Fig. 16). Das

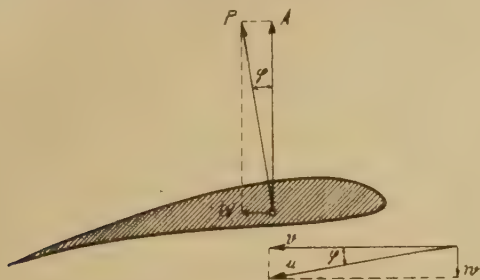


Fig. 16. Wirkung der durch die seitlichen Flügelenden bedingten Vertikalgeschwindigkeit w auf die Luftkräfte: durch Verkleinerung des Anstellwinkels um den Winkel φ ist die Luftkraft P vermindert, außerdem ist sie um den Winkel φ nach hinten geneigt, hat also eine Widerstandskomponente W .

Profil befindet sich also nicht mehr in einem horizontalen, sondern in einem schräg nach unten geneigten Luftstrome. Dies hat zwei wichtige Wirkungen: 1. Der Winkel, unter dem der Luftstrom tatsächlich das Profil trifft (Anstellwinkel), wird kleiner, und damit wird auch die Zirkulation bzw. der Auftrieb vermindert. 2. Da die mit der Zirkulation zusammenhängende Kraft senkrecht zu der jeweiligen Translationsgeschwindigkeit steht, so steht diese Kraft jetzt senkrecht zu der schräg nach unten gerichteten Geschwindigkeit u , ist also schräg nach hinten gerichtet, und zwar um den gleichen Winkel φ , um den u von der Horizontalen abweicht (Fig. 16). Da aber nach der gleich am Anfang gegebenen Definition der Auftrieb immer die Kraftkomponente ist, welche senkrecht zur Anströmungsgeschwindigkeit v (bzw. zur Bewegungsrichtung des Flügels) ist, so können wir diese schräg nach hinten gerichtete Kraft P

nicht als Auftrieb bezeichnen. Wir können sie in zwei Komponenten zerlegen, von denen die eine den Auftrieb (A), die andere einen Widerstand (W) bildet. Wir haben also als höchst wichtige Folge der endlichen Flügelspannweite einen Widerstand erhalten. Wir werden auf diese zweite Wirkung noch eingehender zurückkommen. Zunächst wollen wir uns mit der ersten, der Abnahme des Auftriebes weiter beschäftigen.

Wir haben oben erkannt, daß durch die Auftriebsverteilung längs der Flügelspannweite die Vertikalgeschwindigkeit an jeder Stelle bestimmt ist und haben jetzt gesehen, daß bei gegebenem Profil die Vertikalgeschwindigkeit wieder die Ursache einer bestimmten Auftriebsverteilung ist, indem sie an verschiedenen Stellen eine verschiedenen starke Verminderung des Auftriebes bewirkt gegenüber dem durch das Profil beim ebenen Problem bestimmten Wert. Nun muß offenbar die auf diese Weise erhaltene Auftriebsverteilung mit jener identisch sein, von der ausgegangen wurde, da doch der Flügel nicht gleichzeitig zwei verschiedene Auftriebe haben kann. Man kann die Auftriebsverteilung als unbekannte Funktion einführen und erhält aus der Bedingung, daß die Ausgangsverteilung und die berechnete identisch sind, eine Gleichung¹⁾, durch welche die Verteilung bestimmt ist.

Durch diese Gleichung ist die Auftriebsver-

1) Die Wirbelstärke an einer Stelle im Abstände x von Mitte Flügel ist $\frac{\partial \Gamma}{\partial x}$, die dadurch erzeugte Vertikalgeschwindigkeit an einer Stelle im Abstände ξ von Mitte Flügel ist $\frac{1}{4\pi(\xi-x)} \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial x}$, die von sämtlichen Fäden der Wirbelzöpfe herrührende Vertikalgeschwin-

digkeit ist $w = \frac{1}{4\pi} \int_b^b \frac{1}{\xi-x} \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial x} dx$, wobei b die

Spannweite des Flügels bezeichnet. Die Zirkulation um das an der Stelle ξ befindliche Profil sei bei ungestörter Strömung (ebenes Problem) $\Gamma_0(\xi)$; infolge der Vertikalgeschwindigkeit w wird es vermindert um den Betrag $k(\xi) \cdot \frac{w}{v}$, wobei k die Änderung von Γ_0 mit

dem Anstellungswinkel α bezeichnet, $k(\xi) = \frac{\partial \Gamma_0(\xi)}{\partial \alpha}$. An der Stelle ξ herrscht demnach die Zirkulation

$$\Gamma(\xi) = \Gamma_0(\xi) - k(\xi) \frac{w}{v}$$

oder wenn wir den Wert für w einsetzen

$$\Gamma(\xi) = \Gamma_0(\xi) - k(\xi) \cdot \frac{1}{4\pi v} \int_b^b \frac{1}{\xi-x} \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial x} dx.$$

Durch diese Integralgleichung ist $\Gamma(\xi)$ bzw. $\Gamma(x)$ bestimmt. Die Größen $\Gamma_0(\xi)$ und $k(\xi)$ sind experimentell oder auch auf Grund der Ergebnisse des ebenen Problems bekannt. Bei Flügeln, die überall gleiches Profil mit gleichem Anstellwinkel besitzen, sind die Größen Γ_0 und k konstant, bei veränderlichem Profil hängen sie vom Profil ab, sind also Funktionen von ξ , daher $\Gamma_0(\xi)$ und $k(\xi)$.

1) Außerdem sind noch Horizontalgeschwindigkeiten vorhanden, die aber ohne wesentlichen Einfluß sind.

teilung eines Flügels mit beliebigen, an den einzelnen Querschnitten verschiedenen Profilen bestimmt (natürlich nur wenn der Flügel flugtechnisch gut ist, also großen Auftrieb bei kleinem Widerstand gibt, da nur dann die bei der Theorie gemachten Vernachlässigungen zulässig sind). Damit wäre dieses Problem im Prinzip gelöst; aber leider reichen die bisherigen mathematischen Hilfsmittel nicht aus, diese Gleichung zu lösen. Man muß sich vorläufig in anderer Weise zu helfen suchen. Ein gangbarer Weg ist der folgende: Man nimmt eine Auftriebsverteilung willkürlich an, berechnet daraus die Vertikalgeschwindigkeiten w und bestimmt nun die Flügelform $\Gamma_0(\xi)$ und $k(\xi)$ so, daß sie unter dem Einfluß der berechneten Vertikalgeschwindigkeit gerade die zuerst gewählte Auftriebsverteilung ergibt. Führt man dies für mehrere Auftriebsverteilungen durch, so erhält man eine Reihe von Flügelformen, zu denen man die Auftriebsverteilung kennt; durch geeignete Wahl der Auftriebsverteilungen kann man schließlich jede Flügelform annähernd erreichen.

Hierbei ist aber auch noch eine Schwierigkeit zu beachten: Man kann die Auftriebsverteilung nicht beliebig wählen. Sie ist durch die Forderung eingeschränkt, daß die sich daraus ergebende Vertikalgeschwindigkeit w an keiner Stelle innerhalb der Flügelspannweite unendlich werden darf (praktisch muß man sogar verlangen, daß sie klein gegenüber der Translationsgeschwindigkeit v bleibt). Auch der Fall kann eintreten, daß die angenommene Verteilung instabil ist. In diesem Falle würde eine kleine Abweichung von der vorausgesetzten Verteilung die Vertikalgeschwindigkeiten in einem solchen Sinne ändern, daß dadurch die kleine Abweichung noch weiter vergrößert wird. Noch vor wenigen Jahren war überhaupt keine mögliche Auftriebsverteilung bekannt, bis es Prof. Prandtl gelang, zunächst eine und im Anschluß daran eine ganze Reihe von möglichen Verteilungsfunktionen anzugeben. Bei der ersten dieser möglichen Auftriebsverteilungen, welche gefunden wurde, ist der Auftrieb (bzw. die Zirkulation) längs der Spannweite so verteilt wie die Ordinaten einer Halbellipse, welche über die Spannweite b gezeichnet ist (Fig. 17 oben)¹⁾. Die Vertikalgeschwindigkeit, welche zu dieser Verteilung gehört, ist längs der ganzen Spannweite konstant. Sie hat den Betrag

$$w = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{A}{\varrho v b^2} \quad \dots \quad (2)$$

wobei A den Auftrieb des ganzen Flügels, ϱ die

1)

$$\Gamma = a \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - x^2};$$

weitere mögliche Verteilungen erhält man durch Multiplikation dieses Ausdruckes mit einem Polynom:

$$\Gamma = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - x^2} \left[a_0 + a_1 \left(\frac{2x}{b}\right) + a_2 \left(\frac{2x}{b}\right)^2 + \dots \right].$$

Bei symmetrischen Flügeln sind die Glieder mit ungeraden Potenzen von $\frac{2x}{b}$ alle Null.

Luftdichte, v die Translationsgeschwindigkeit und b die Spannweite bedeuten (vgl. Anmerkung zu Formel 1). Die vorausgesetzte Auftriebsverteilung nach einer Halbellipse kann bei konstanter Vertikalgeschwindigkeit erreicht werden, wenn man den Flügelumriß elliptisch und die Profile alle geometrisch ähnlich mit gleichem Anstellwinkel gegen die Horizontale wählt (Fig. 17). Man kann aber natürlich die Verteilung auch mit einem anderen Flügelumriß bei passend gewählten Profilen bzw. Anstellwinkeln erreichen.

Wir hatten bereits weiter oben hervorgehoben, daß das Feld der von den Flügelrändern herrührenden Wirbelzöpfe zwei wesentliche Wirkungen mit sich bringt. Die erste, die Verminderung der Zirkulation um die einzelnen Profile hat uns zu

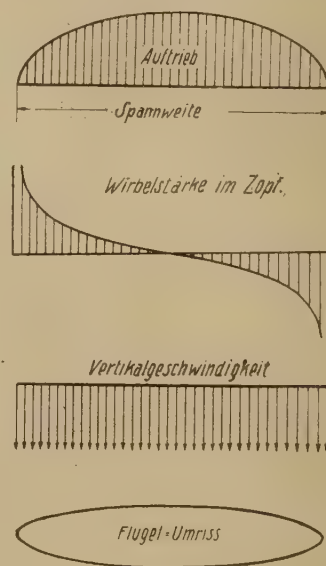


Fig. 17. Günstigste Auftriebsverteilung (oben), darunter zugehörige Verteilung der Wirbelstärke im Zopf und der Vertikalgeschwindigkeit, unten Flügelumriß. Der Auftrieb ist nach einer Halbellipse verteilt. Die Vertikalgeschwindigkeit ist dann längs der Spannweite konstant. Der Flügelumriß, durch den dies erreicht werden kann, ist eine Ellipse.

dem Problem geführt, die Auftriebsverteilung zu ermitteln, sie hat aber natürlich auch an sich praktische Bedeutung, da es von Wichtigkeit ist, zu wissen, daß der Auftrieb eines Flügels von endlicher Länge um einen angebbaren Betrag kleiner ist als der auf ein entsprechendes Stück einer unendlich langen Tragfläche entfallende Auftriebsanteil. Wir wenden uns nun der zweiten erwähnten Wirkung zu, der Entstehung einer Widerstandskomponente. Sie ist für den Gesamtwiderstand eines Flügels von ausschlaggebender Bedeutung, indem sie bei guten Profilen und den üblichen Flügelabmessungen meist über die Hälfte ausmacht.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei einem Flügel mit elliptischer Auftriebsverteilung, wie sie oben auseinandergesetzt ist (Fig. 17), da hier die Vertikalgeschwindigkeit w längs der

ganzen Spannweite denselben Wert hat (Gl. 2, S. 576). Wie nach Fig. 16 ersichtlich, ist

$$\frac{W}{A} = \frac{w}{v} \quad (3)$$

das von den Kräften A , P und W gebildete Dreieck ist dem von den Geschwindigkeiten u , v und w gebildeten ähnlich). Setzen wir den in Gl. 2 angegebenen Wert für w ein, so erhalten wir als Flügelwiderstand, verursacht durch die seitlichen Flügelränder

$$W = \frac{2}{\pi} \frac{A^2}{\rho v^2 b^2} \quad (4)$$

Ist der Auftrieb nicht nach einer Halbellipse verteilt, so ist w an jeder Stelle verschieden; die Rechnung wird dadurch etwa umständlicher, läßt sich aber immer noch verhältnismäßig leicht ausführen. Es zeigt sich dabei, daß die elliptische Verteilung in bezug auf den Widerstand am günstigsten ist. Gl. 4 stellt also den kleinsten durch die endliche Länge des Flügels bedingten Widerstand dar, welcher bei gegebenem Auftrieb A , Spannweite b , Fluggeschwindigkeit v , und Luftdichte ρ mit einem Flügel zu erreichen ist. Im übrigen hat die Art der Auftriebsverteilung auf den daraus berechneten Widerstand im allgemeinen keinen sehr großen Einfluß. Insbesondere scheint bei den meisten praktisch vorkommenden Anordnungen der Unterschied gegen den in Gl. 4 angegebenen Wert kaum merklich zu sein. Dadurch ist Gl. 4 zu einer mit großer Annäherung allgemein gültigen Formel geworden. Ihre hauptsächlichste Anwendung findet sie, wenn man die Wirkung einer Vergrößerung oder Verkleinerung der Spannweite auf den Widerstand (bzw. das Verhältnis von Widerstand zu Auftrieb) bestimmen will. Die damit erhaltenen Resultate stimmen mit Messungsergebnissen innerhalb der Meßfehlergrenzen vollständig überein.

Die Gleichung 4 sagt im wesentlichen Folgendes aus: Mit dem Auftrieb ist notwendig ein Widerstand verbunden, welcher umso größer ausfällt, je kleiner die Spannweite ist, auf welche er sich verteilt, und je kleiner die Geschwindigkeit ist, durch welche der Auftrieb erzeugt wird; und zwar nimmt dieser Widerstand im umgekehrten Verhältnis mit dem Quadrat der Spannweite und dem Quadrat der Geschwindigkeit zu oder ab. Dieser Satz verbietet, bei einem Flugzeug die Spannweite zu klein und die Fluggeschwindigkeit zu niedrig zu wählen. Andererseits gibt es aber auch Gesichtspunkte, welche die Spannweite und die Geschwindigkeit nach oben hin begrenzen, so daß es eine Spannweite und eine Geschwindigkeit gibt, welche für eine bestimmte Aufgabe am günstigsten sind. Der Spannweite ist hauptsächlich durch die Rücksicht auf Festigkeit und Gewicht der Flügelkonstruktion eine Grenze gezogen. Die Geschwindigkeit ist, abgesehen von Landungsschwierigkeiten, einmal durch das mit ihr wachsende Motorgewicht beschränkt, dann aber auch dadurch, daß im Gegensatz zu dem von uns er-

mittelten „Randwiderstand“ alle nicht mit dem Auftrieb zusammenhängende Widerstände mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunehmen.

Bei der bisherigen Darstellung der Vorgänge an einem Tragflügel sind die Strömungserscheinungen durch das Feld von Wirbeln wiedergegeben worden. Es mag vielleicht im Interesse einer größeren Anschaulichkeit nützlich sein, die Vorgänge auch von einem etwas anderen Standpunkte aus zu betrachten. Wir können uns den Auftrieb ähnlich dem Rückstoß beim Schuß in der Weise entstanden denken, daß der Flügel dauernd Luft nach unten in Bewegung setzt. Bei der Vorwärtsbewegung kommen immer neue Luftmassen in den Wirkungsbereich des Flügels, werden nach unten beschleunigt und verlassen dann den Wirkungsbereich mit einer bestimmten Abwärtsgeschwindigkeit. Die Luft vor dem Flügel und seitlich davon bleibt im wesentlichen unbeeinflusst; nur

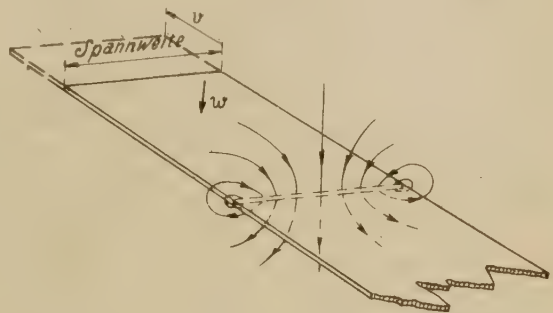


Fig. 18. Die Strömung hinter einem Flügel stimmt angenähert mit der Strömung um ein Brett von einer Breite gleich der Spannweite überein, welches in jeder Sekunde um das Stück v (Fluggeschwindigkeit) länger wächst und gleichzeitig eine gleichmäßige Abwärtsgeschwindigkeit w besitzt. Die Luft weicht in der durch die Stromlinien angegebenen Weise aus (vergl. auch Bemerkung zu Fig. 14).

eine Gasse, durch welche der Flügel gekommen ist, hat Abwärtsgeschwindigkeit. Man erhält ein ziemlich richtiges Bild von der Bewegung, wenn man sich ein Brett von der Breite der Flügelspannweite denkt, das sich vom Flügel aus nach rückwärts erstreckt und nach vorne zu mit der Zeit immer länger wächst, so daß es stets bis an den Flügel, der ja vorwärts schreitet, heranreicht. Wenn wir nun dieses hypothetische Brett nach abwärts bewegen, so stellt die Strömung um dasselbe, die sich doch wohl einigermaßen vorstellen läßt, mit ziemlich guter Annäherung den Vorgang dar, wie er sich beim Flügel abspielt (Fig. 18).

Die Auftriebskraft, welche man durch Beschleunigung von Luft erhält, ist gleich dem Produkt aus der sekundlich erfaßten Luftmasse und der dieser erteilten Vertikalgeschwindigkeit. Hieraus geht hervor, daß bei gegebenem Auftrieb die Vertikalgeschwindigkeit umso größer sein muß, je kleiner die in der Zeiteinheit erfaßte Luftmenge ist. Nun ist aber einleuchtend, daß diese Luftmenge umso größer ist, je größer einerseits die Spannweite ist, da sich dadurch der Ein-

fluß des Flügels weiter nach der Seite¹⁾ hin erstreckt, andererseits je schneller die Fluggeschwindigkeit ist, da dann der vom Flügel in einer Sekunde durchstrichene Raum größer ist. Durch diese Überlegung wird der in Gl. 2 zum Ausdruck kommende Einfluß der Spannweite und der Fluggeschwindigkeit auf die Vertikalgeschwindigkeit verständlich. Da in der nach unten beschleunigten Luft Bewegungsenergie steckt, welche durch äußere Arbeit aufgebracht werden muß, so ist einleuchtend, daß die Fortbewegung des Flügels einen Widerstand erfahren muß, durch dessen Überwindung eben diese Arbeit geleistet wird. Aus dem Zusammenhang dieses Widerstandes mit der Vertikalgeschwindigkeit geht auch hervor, daß dabei dieselben Größen, Spannweite und Fluggeschwindigkeit von Einfluß sind²⁾. Bei genauer rechnerischer Verfolgung dieser Auffassung des Vorganges bei der Erzeugung von Auftrieb erhält man natürlich dieselben Ergebnisse, wie bei der Darstellung der Strömung durch das Feld von Wirbelfäden, da es sich ja in beiden Fällen nur um verschiedene Darstellungen desselben Vorganges handelt. Das eine Mal betrachtet man direkt die durch die äußeren Kräfte erzeugten Bewegungsvorgänge, das andere Mal zerlegt man die Bewegungsvorgänge in gewisse rechnerisch verhältnismäßig leicht zu beherrschende Teilbewegungen (Translationsbewegung, Strömung um einen Wirbelfaden) und stellt fest, welche derartigen Teilbewegungen mit dem Auftrieb notwendig zusammenhängen. Für die praktische Berechnung hat sich in den meisten Fällen die letztere Betrachtungsweise als vorteilhafter erwiesen; sie ist deshalb auch dieser Darstellung im wesentlichen zugrunde gelegt worden.

¹⁾ und gleichzeitig nach oben hin, daher nicht b , sondern b^2 in Gl. 2.

²⁾ Die Geschwindigkeit, welche den einzelnen Luftteilchen erteilt wird, ist zwar verschieden. Um die Entstehung des Aufbaues der Formel 4 (Widerstand) im Prinzip zu verstehen, genügt es aber, wenn wir nur mit einer einheitlichen mittleren Vertikalgeschwindigkeit w (etwa gleich der in Formel 2 angegebenen) und einer sekundlich erfaßten Luftmasse m rechnen. Der Auftrieb ist dann

$$A = m \cdot w$$

die sekundliche Energiezunahme wäre

$$\frac{1}{2} m w^2 = A \cdot \frac{w}{2}$$

wenn die ganze Masse m überall gerade die Vertikalgeschwindigkeit w hätte. Da für die Energie aber auch die anderen Geschwindigkeitskomponenten (in seitlicher Richtung) in Frage kommen, und der erhaltene Energiewert außerdem von der willkürlichen Wahl von w abhängt, so ist dieser Wert noch mit einem bestimmten Faktor c zu multiplizieren. Wir erhalten nun als sekundlich zu leistende Arbeit

$$W \cdot v = c \cdot A \cdot \frac{w}{2}$$

oder

$$W = \frac{c}{2} \cdot A \cdot \frac{w}{v}$$

was durch Einsetzen des Wertes für w (Gl. 2) auf Gl. 4 führt, bis auf den unbestimmten Faktor c , der bei den gemachten Annahmen gleich 2 gesetzt werden muß.

Zusammenfassung.

Zunächst wird für die besonders einfache „ebene Strömung“, die etwa bei einem Flügel von unendlich großer Spannweite auftreten würde, der Zusammenhang des Auftriebes mit dem Strömungsbild einerseits und mit der Gestalt des Flügelquerschnittes andererseits auseinandergesetzt. Im 2. Teile werden die Störungen besprochen, welche durch die seitlichen Ränder eines Flügels von endlicher Spannweite hervorgerufen werden (*räumliche Strömung*). Diese Störungen lassen sich auf das Feld von Wirbelfäden zurückführen, welche im wesentlichen von den seitlichen Flügelrändern nach hinten verlaufen. Bei genauerer Verfolgung dieser Störungen ergeben sich Aussagen über die Verteilung des Auftriebes längs der Flügelspannweite und außerdem wird ein durch die Flügelränder verursachter Widerstand ermittelt, welcher sich zahlenmäßig sehr genau feststellen läßt und für praktische Berechnungen von großer Bedeutung ist. Zum Schluß wird versucht, die Strömungsvorgänge durch eine andere Darstellung qualitativ noch etwas anschaulicher zu machen.

Besprechungen.

Davis, W. M., und G. Braun, *Grundzüge der Physiogeographie*. Bd. I. Grundlagen und Methodik; zum Gebrauch beim Studium und auf Exkursionen von G. Braun. 2. Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. 209 S., 89 Abb. im Text, eine Tafel und Hilfstabellen. Preis geb. M. 5,—.

Der zweite, die *systematische Morphologie* enthaltende Teil dieser Neuauflage von Davis-Brauns Grundzügen der Physiogeographie (d. i. der deutschen Neu-Bearbeitung des ursprünglich unter dem Titel: „Physical Geography“ 1898 in Boston, U. St., von W. M. Davis allein veröffentlichten Buches) erschien bereits im Jahre 1915. Jetzt liegt, zwei Jahre später, auch der erste Teil der zweiten Auflage des Ganzen vor. Infolge des Weltkrieges hat Prof. Davis an diesem zweiten Teil der 2. Auflage nicht selber mitgearbeitet. Da von dem entsprechenden Text der einleitenden Kapitel des ursprünglich im englischen Original (wie in der ersten Neuauflage der deutschen Bearbeitung) in einem Bande erschienenen Buches nur wenige Zeilen stehen geblieben sind, so hat man das Werk als selbstständig von G. Braun neu verfaßt anzusehen. Dem entspricht der Untertitel. Die Zweiteilung kommt der Handlichkeit (des in erster Linie für das Studium und den Gebrauch auf Exkursionen gedachten Werkes), der inhaltlich neue Aus- und Aufbau dem wissenschaftlichen Werte sehr zu statten.

Nach Art und Umfang ist die Stoffbehandlung dieses ersten Bandes aufzufassen als eine Konzession an das ziemlich einstimmig abfällige Urteil über die Dürftigkeit der bisherigen, die dynamischen und methodischen Grundlagen der Morphologie darstellenden Einleitungskapitel des Gesamtwerkes. Auch jetzt ist die Darstellung knapp geblieben. Sie gibt nur das Notwendigste. In dieser Kürze aber liegt Absicht; denn die schon vorhandenen größeren Lehrbücher der allgemeinen Erdkunde sollen nicht ersetzt, sondern lediglich in ihrem spezifisch physiogeographischen Teil ergänzt werden „durch diese aus der Praxis entstandenen und

für die Praxis geschaffenen Bändchen". *Schulung zur Beobachtung und Anleitung zur Darstellung* werden als Ziel des Buches aufgestellt.

Unter diesen leitenden Gesichtspunkten werden im vorliegenden Bande I: *Die Grundlagen der Physiogeographie* unter folgenden Kapitelüberschriften behandelt: 1. Die Erdkugel. 2. Die Lufthülle. 3. Land und Wasser. 4. Die Wasserhülle der Erde. 5. Die Landmasse der Erde. Die für das Landschaftsbild gleichfalls so wichtige Pflanzenwelt wird also ebenso wenig berücksichtigt, wie der Mensch, über dessen Einwirkung auf die Erdoberfläche *Davis* ursprünglich in der 1. Auflage gelegentliche, wenn auch völlig unzureichende und wenig befriedigende Andeutungen gemacht hatte. Dafür wurden in einem, für die geographische Praxis sehr nützlichen Anhang I: *die Methoden der Physiogeographie* in folgender Gruppierung behandelt: 1. Methoden der Erdmessung. 2. Methoden der Geophysik. 3. Methoden der Meteorologie. 4. Methoden der Meeres-, Seen- und Flußforschung. 5. Methoden der Landesvermessung. 6. Methoden der Geologie. Ein II. Anhang bringt allerdings für die Praxis wichtige *Hilfstafern*.

Da einem jeden Kapitel sorgsam ausgewählte Literaturnachweise angefügt sind, so kann sich der Benutzer des knappen, aber zuverlässigen Textes weitere Belehrung selber verschaffen, wenn auch zu einer solchen eigenen Vertiefung bereits erhebliche Selbständigkeit in der Auffassung gehört. So ist denn das Buch keine Einführung für *Anfänger*, sondern eher ein *Repetitorium* und eine Wegleitung für Fortgeschrittene. Es ist eine kurze handliche Zusammenfassung und zweckentsprechende Gruppierung des reicheren Inhalts der daneben keineswegs entbehrlich gewordenen modernen Lehrbücher der allgemeinen Erdkunde (z. B. *Herm. Wagners* oder *A. Supans*), auf deren bisherige, in ihrer Art wohlberechtigte und bewährte Methode zur Ergänzung nachdrücklichst hingewiesen werden muß.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Höfer, Edler von Heimhalt, Hans, Die Verwerfungen. (Paraklase. Exokinetische Spalten.) Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1917. XII, 128 S. und 95 Abbild. Preis geh. M. 7,—.

In vorliegendem Werke gibt der em. o. ö. Professor der Geologie an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben eine zusammenfassende und gründliche Darstellung des Problems der Verwerfungen, welches neben seinem wissenschaftlichen vor allem ein hervorragend praktisches Interesse für den Bergbau hat. Man kann dem Verfasser nur beipflichten, wenn er einleitend ausführt, daß die vielfach noch ungeklärte Mechanik der Gebirgsbildung gerade durch die genaue Beobachtung des Tatsachenmaterials über Verwerfungen auf Grund des Studiums genauer bergmännischer Karten und Profile nur gewinnen kann. Dafür ist in dem Werke ein außerordentlich reiches literarisches und tatsächliches Beobachtungsmaterial methodisch und übersichtlich verarbeitet worden.

Aus Vorlesungen hervorgegangen will das Buch kein erschöpfendes Lehrbuch, immerhin aber eine systematische Darstellung der Elemente der Kenntnis von den Verwerfungen, und zwar nicht in letzter Linie für die Praxis des Bergmanns sein. Verfasser steht auf dem Standpunkte der vor allem von *Ed. Sueß* bis in seine letzten Konsequenzen vertretenen und zur Erklärung der Dislokationen der Erdrinde benutzten Kontraktions- oder Schrumpfungstheorie. Dementsprechend sagt Verf.: die letzte Ursache der entokinetischen Spalten ist Substanz- oder Wärmeverlust, die der natürlichen

exokinetischen Spalten die Abkühlung der Erde und die Schwerkraft; wobei er unter *entokinetischen* diejenigen Spalten versteht, bei denen die das Zerreißen bewirkende Kraft *innerhalb* des Gesteins gelegen war, unter *exokinetischen* diejenigen, bei denen diese Kraft *außerhalb* desselben angenommen werden muß. Da die Verwerfungen durchweg exokinetische Spalten oder „Paraklassen“ im Sinne *A. Daubrès* sind¹⁾, so werden im wesentlichen diese behandelt, und zwar in einem *allgemeinen* und einem *speziellen* Teile. Nach ihrer Entstehung werden unterschieden: Zugspalten und Druckspalten. Ihre Eigenschaften werden in bezug auf Erstreckung, Mächtigkeit, Ausfüllung usw. behandelt.

Der zweite *speziellere* Teil, welcher den Hauptinhalt des Buches darstellt (S. 20—128), beschäftigt sich mit den „*Verwerfungen*“, und zwar sowohl mit Parallel-, wie Dreh- oder Torsionsverwerfungen, ihren Bewegungsrichtungen, ihrem Zusammenvorkommen mit Spalten, ihrer Wasserführung, ihren Erzgängen, ihrem geologischen Alter und ihrer Bildungsdauer. Am Schluß dieser Ausführungsreihen werden aus der reichen Praxis des Verfassers hervorgegangene Ratschläge über das Erkennen der Verwerfer obertags, ihre bildliche Darstellung, ihre bergmännische Ausrichtung und ihre geometrische Konstruktion gegeben. Ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis der Verwerfer macht den Schluß.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Paläogeographische Mitteilungen.

Die große Bedeutung, die der Paläogeographie zukommt, findet volle Anerkennung bei *K. André*, der sie als das eigentliche Ziel wissenschaftlicher Geologie hinstellt. Sie muß möglichst viele Querschnitte durch die Erdgeschichte feststellen, so wie uns die Geographie deren jüngsten Querschnitt kennen lehrt (*Nat. Wochenschrift* XXX, S. 600—605).

Einen wertvollen Beitrag zur Geschichte Afrikas liefert *E. Hennig*, der uns zeigt, daß der schwarze Erdteil eine viel wechselvollere Geschichte gehabt hat, als man das früher meinte. Im Silur, Devon und Karbon griff das Meer über die westliche Sahara weg, im Devon auch über das Kapland. Im Perm überflutete es das Namaland. In der Trias war das Kongobecken durch ein von Abessinien her tief einschneidendes Mittelmeer bedeckt. Der Jura trennte Madagaskar von Afrika und überflutete Somaliland, Abessinien und das Atlasgebiet. Ähnlich lagen die Verhältnisse in der älteren Kreide; in der jüngeren flutete das Meer rings um Afrika und drang besonders im Nigergebiete tief in das Land ein, ganz Westafrika bedeckend. Noch im Tertiär waren von dieser Überflutung Buchten am Nil, Senegal, Niger, in Tunis und Somaliland zurückgeblieben (*Peterm. Mitt.* LXIII, 1917, S. 73—77, 113 bis 118, 145—148).

Nach Südamerika führt uns *H. v. Jhering* und verteidigt seine seit vielen Jahren vertretenen Annahmen von alten Verbindungen dieses Festlandes mit Afrika und mit Australien, sowie einer zweimaligen Einwanderung nordischer Tiere während der Tertiärzeit. Die höheren Säugetiere sind nach ihm aus ihrer Heimat eher nach Südamerika als nach dem Norden gelangt (*Not. Prel. Rev. Mus. Paul. I.*, S. 121—148).

Für das ehemalige Vorhandensein von Landbrücken zwischen den Süderdeilen bringt *H. Hallier* neue Be-

¹⁾ Man vergleiche den Untertitel des Werkes: Paraklase. Exokinetische Spalten.

weise aus dem Pflanzenreiche bei, so allein 19 für eine brasilisch-afrikanische Verbindung und auch einige für eine südpazifische Brücke, beides Annahmen, die hauptsächlich durch *v. Jhering* aufgestellt, viel umstritten worden sind (*Meded. Rijks Herb. Leiden* 35, 1918, S. 1—33).

Auch *C. Skottsberg* kommt durch eine Untersuchung der Flora der Robinsoninsel Juan Fernandez zu dem Schluß, daß früher im Stillen Ozean mehr Land vorhanden gewesen ist als jetzt. Aus dieser Zeit stammt das älteste Element der Inselflora, zu dem später süd-amerikanischen Formen kamen (*K. Svensk. Vet. Handl.* LI, S. 1—73).

Wie heute der Golf von Kalifornien die gleichnamige Halbinsel abtrennt, so tat dies im Eozän nach *E. T. Dumble* eine weiter östlich von Tehuantepec nach Norden führende Bucht mit Westmexiko. Eine Landsschwelle vom Bogen des Rio Grande nach Tamaulipas trennte sie vom Golf von Mexiko, der erst später südlich der Schwelle bei Tampico vordrang (*Journ. Geol.* XXIII, S. 481—498).

Die wechselvolle tertiäre Geschichte des Mainzer Beckens läßt *W. Wenz* vor unseren Augen vorüberziehen. Wir sehen, wie sich das Meer besonders im Norden zurückzog, wie das Becken ausgesüßt wurde, wie dann das Meer von neuem eindrang, worauf die Aussüßung wieder rasche Fortschritte machte. Zugleich schrumpfte das Becken von Süden her stark ein und löste sich in Einzelseen auf (*Geol. Rundsch.* V, S. 321—346).

In die ältesten, besser bekannten Zeiten der Erdgeschichte führt uns *G. Frödin* zurück, wenn er uns das Relief der subkambrischen Abtragungsfäche im schwedischen Jämtland vorführt, die bis in das kaledonische Faltungsland hinein einer Rumpfebene nahe kam (*Bull. Geol. Inst. Upsala* XIII, 1916, S. 233—286).

Eine höchst wechselvolle Geschichte hat auch die Donau gehabt, die von der Quelle bis zur Mündung immer wieder aus weiten Becken in enge Durchbruchstäler eintreten muß; die sie sich durch hindernde Gebirge gesägt hat. Über ihre Schicksale oberhalb Passau gibt *M. Lagally* eine recht gute Übersicht. Wir sehen, wie die Donau ihr Bett immer tiefer verlegt und sich infolgedessen mit ihren Nebenflüssen Wörnitz und Altmühl Durchbrüche durch den Jura geschaffen hat, wie sie einen Teil ihres alten Laufes verließ (Wellheimer Trockental, unteres Altmühltal), um ausschließlich dem südlichen Neuburger Arme zu folgen. Überall war der Strom älter als die erst durch allgemeine Abtragung freigelegten Gebirge (*Progr. Regensburg, Alt. Gymn.* 1915).

Nicht geringeres Interesse bieten in Norddeutschland die vier Urstromtäler von Eberswalde, Berlin, Glogau—Baruth und Breslau—Magdeburg. In einer ausführlichen Arbeit über das norddeutsche Flachland zeigt nun *E. Wunderlich*, daß das südlichste gar kein einheitliches Urstromtal ist. Spree und Schwarze Elster sind wohl westwärts zur Elbe abgebogen, Bober, Queiß und Neiße aber haben sich unter dem Eise nach Norden fortgesetzt. Zeitweise ist aber auch der Bober durch Schwarzwasser und Katzbach zur Oder geflossen (*Geogr. Abhand. NF.* 3, 1917, S. 1—87).

Auf alte hydrographische Verbindungen in Osteuropa weisen die arktischen Elemente in der aralokaspischen Fauna hin, der Seehund und fünf Krebse. Für ihr Vorkommen gibt *A. G. Högbom* eine neue, ein-

leuchtende Erklärung. Die Tiere konnten vom Norden nach dem Süden wandern, als das, von Estland und Karelän noch einmal bis Kurland, Livland, Ingermanland und zur Onega vorstoßende Eis an den nordwärts strömenden Flüssen Stauseen bildete, so an der Memel, Düna, Narowa, Walchow, Onega, Dwina, Pechora u. a., Seen, die von der Gegend des Ladogasees an nach der Wolga hin abflossen. Erst der weitere Rückzug des Eises öffnete den Flüssen den Weg nach Norden (*Bull. Geol. Inst. Upsala* XIV, 1917, S. 241 bis 260).

Auch in Schweden haben während der Rückzugszeit des Eises Stauseen eine bedeutsame Rolle gespielt. *G. Frödin* macht uns mit einigen weiteren Beispielen aus dem südlichen und mittleren Schweden bekannt, bei denen wir richtige Kalbungsbuchten und Mündungstrichter unter dem Eise strömender Flüsse feststellen können (*Bull. Geol. Inst. Upsala* XV, 1916, S. 149 bis 174). Die Stauseen lagen besonders zwischen der Wasserscheide im Westen und der Eisscheide im Osten und ihre Abflüsse schnitten im nördlichen Skandinavien in erstere schluchtenartige Felsentäler ein, von denen uns *B. Högbom* einige vorführt (ebend. S. 195 bis 210).

Nächst der Geschichte der europäischen Flüsse ist die der nordamerikanischen durch zahlreiche Arbeiten aufgeklärt worden. Eine neue Arbeit von *C. M. Bauer* befaßt sich mit dem oberen Missouri. Hier herrschten früher nordöstliche Richtungen vor. So floß der obere Missouri von Great Falls nach dem Milk River und weiterhin von Poplar nach dem Souris R. und durch diesen zum Assiniboina und Winnipegsee. Der Kleine Missouri aber bog nicht nach Osten ab, wie heute, sondern floß gerade nach Norden (*Journ. Geol.* XXIII, S. 52—58). In das Gebiet des oberen Mississippi bei Minneapolis führt uns *E. K. Soper*. Vor der Eiszeit floß der Strom in tiefeingeschnittenem Tale etwas weiter westlich als heute, wo jetzt einige Seen liegen (ebend. S. 444—460).

Auf verschiedenste Weise sucht man die Klimaverhältnisse der Vorzeit zu entsleiern. *F. v. Kerner* sucht sie aus der Verteilung von Land und Meer in den einzelnen Perioden zu berechnen. Seiner Untersuchung des permischen Klimas legt er eine Frechsche Karte zugrunde. Für Nordindien ergibt sich eine Julitemperatur von 15°. Trotzdem war aber hier eine Gletscherbildung möglich, dagegen kaum die Entstehung von Inlandeis. Die höchst merkwürdige permische Eiszeit, die ihre Spuren gerade in tropischen und subtropischen Ländern hinterlassen hat, läßt sich aber auch auf diesem Wege noch nicht restlos erklären. Es ist ja aber auch gerade für diese Zeit manches im Verlaufe der Küsten ungewiß, so daß damit auch die darauf gegründeten Rechnungen unsicher werden müssen (*Sitz.-Ber. K. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, CXXVI*, 1917, S. 177—228). Man hat ja diese Eiszeit ebenso wie andere Merkwürdigkeiten im Klima der Vorzeit durch Polverschiebungen erklären wollen, doch verhält sich *v. Kerner* hiergegen mit vollem Recht ganz ablehnend. Die indischen Schichten sprechen entschieden gegen eine Ablagerung in höheren Breiten und ganz allgemein ergibt sich der Schluß, daß die Annahme großer Krustenwanderungen kein brauchbares Hilfsmittel zur Erklärung geologischer Klimate ist, da sich die thermischen Wirkungen dieses Mittels auch nicht annähernd schätzen lassen (ebend. S. 445—472).

Th. Arldt, Radeberg.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 40.

4. Oktober 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Stand und Aufgaben der Pflanzengeographie.

Von *Prof. Dr. L. Diels, Berlin-Dahlem.* S. 581.
Deszendenzprobleme im Lichte der Biologie und der Thermodynamik. Von *Dr. Kurt Stern, Berlin.* S. 585.

Besprechungen:

Tomor, Ernst, Neubegründung der Bevölkerungs- politik. Von *A. Blaschko, Berlin.* S. 588.

Rosenthal, Josef, Röntgentechnik. Von *Levy-Dorn, Berlin.* S. 589.

Frickhinger, Hans Walter, Die Mehlmotte. Von *Hans Soldanski, Berlin-Wilmersdorf.* S. 590.

Chemische Mitteilungen:

Ueber die volumetrische Wasserstoffbestimmung mittels aktivierter Chloratlösung. Interessanter Beitrag zur Kenntnis der Kontaktgifte. Die Zerstörung von Beton durch Gaswasser. S. 590—591.

Astronomische Mitteilungen:

Die Brownschen Mondtafeln. Die Ausbreitung einer ebenen Lichtwelle in einem Medium mit kontinuierlich veränderlichem Brechungsindex. Photographische Messung der Lichtverteilung im mittleren Gebiete des kugelförmigen Sternhaufens Messier 3. S. 592.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Kurzes Lehrbuch der physiologischen Chemie

Von

Dr. Paul Hári,

a. o. Professor der physiologischen und pathologischen Chemie an der Universität Budapest

Mit 3 Textabbildungen

Preis M. 12.—; gebunden M. 14.60

Soeben erschien:

Klinische Chemie

Von

Professor Dr. med L. Lichtwitz,

ärztlicher Direktor am Städtischen Krankenhause zu Altona

Mit 13 Textfiguren

Preis M. 14.—; gebunden M. 16.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	40	40 2/3 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

4. Oktober 1918.

Heft 40.

Stand und Aufgaben der Pflanzengeographie.

Von Prof. Dr. L. Diels, Berlin-Dahlem.

Als man 1899 das Gedächtnis an *Alexander von Humboldts* große Reise feierte, schrieb *A. Engler* für die Zentenarschrift der Berliner Gesellschaft für Erdkunde eine Geschichte der pflanzengeographischen Wissenschaft. Diese knapp gefaßte und doch kritisch gehaltvolle Übersicht verfolgte die Entwicklung der Forschung von ihren Anfängen bis zum Ausgang des vorigen Jahrhunderts. Seitdem sind in unserer Literatur mehrmals kurze Gesamtdarstellungen des pflanzengeographischen Wissens erschienen, z. B. in dem Handwörterbuch der Naturwissenschaften, und ein beträchtlicher Teil des Stoffes hat in der soeben vollendeten 3. Auflage von *Warmings* Ökologischer Pflanzengeographie eine zuverlässige Darstellung gefunden. In diesen Veröffentlichungen kommt sichtlich ein Bedürfnis zum Ausdruck, die gewonnenen Ergebnisse zusammengefaßt zu überblicken. Dies ist nicht etwa dadurch erweckt, daß irgendwo auf dem weiten Gebiete eine Forschungsbahn ihren Abschluß erreicht hätte. Im Gegenteil bilden diese Schriften ein äußeres Zeichen dafür, daß neues starkes Wachstum eingesetzt hat. Viele frischen Kräfte wenden sich der Pflanzengeographie zu, man verlangt zu erfahren, wo die Forschung steht, um Richtung zu gewinnen und zu wissen, wo sie erfolgreich zu fördern ist. Das letzte Jahrzehnt vor dem Kriege stand im Zeichen dieser Belebung. In der Schweiz, in Dänemark und Schweden, in Großbritannien und Nordamerika trat diese steigende Entwicklung besonders auffallend hervor; hier bildeten sich Ausschüsse und Gesellschaften zu pflanzengeographischer Betätigung, und es entstanden förmliche Schulen, die für diese Studien neue Jünger sammelten. Auch diese Entwicklungsbahn ist vom Weltkrieg gestört, der schnelle Aufstieg hat sich verlangsamt, eine Zeit des Stillstands scheint heranzukommen. Da bietet sich Gelegenheit zur Rückschau, die wir benutzen wollen, und zugleich ein Ausblick auf künftige Ziele.

Die floristische Pflanzengeographie, die die Pflanzenformen der Gebiete systematisch vergleicht, ihre Wohnräume feststellt und die Beziehungen der einzelnen Floren ermittelt, war von den Teilgebieten der Gesamtforschung am frühesten zur Blüte gelangt. In den letzten Jahrzehnten aber ist sie unverkennbar zurückgeblieben. Es liegt dies nicht etwa daran, daß die Periode floristischer Entdeckungsreisen bereits vorüber wäre.

Bis in die jüngste Zeit haben das tropische Afrika, das Innere Chinas, die Südseeinseln reiche Ernten vorher unbekannter Gewächse geliefert, und sie werden noch lange fortfahren, Neues zu bieten. Auch in den tropischen Waldgebieten der Neuen Welt, auf den malesischen Inseln, in allen wärmeren Meeren harren noch ungezählte Pflanzenformen des Finders. Es ist also keine Erschöpfung des Stoffes, was die floristische Pflanzengeographie hemmt, sondern eher eine Überfülle; sie kann sie nicht mehr so gut meistern wie früher, als sich verhältnismäßig zahlreichere Kräfte der Systematik hingaben. Die Tatsachen-Masse der Floristik ist gewaltig angewachsen und vermehrt sich fortwährend; jede Monographie einer Pflanzengruppe, jede Florenliste, die erscheint, trägt neuen Stoff herbei. Die Verwertung aber bleibt oft unvollkommen.

So wäre es von hohem Werte bei zahlreichen Fragen der Wissenschaft und der Praxis, genaue Arealdarstellungen benutzen zu können. Doch daran fehlt es allenthalben. Selbst für wichtige oder häufige Pflanzen unserer Heimat sucht man oft vergebens nach Karten, die die in der Literatur oder den Sammlungen niedergelegten Daten zuverlässig wiedergäben. Dies ist ein Mangel, der es erschwert, vollwertige floristische Forschungen zu betreiben. Denn die vergleichende Arealkunde muß die Grundlage der floristischen Analyse sein. Ohne ihre Hilfe ist es nicht möglich, die floristischen „Elemente“ deutlich zu umgrenzen, und die Verschwommenheit des Elementbegriffes, der in der Literatur noch heute oft zu beklagen ist, wird daher erst schwinden, wenn gute Arealkarten zugänglich sind. Übrigens bedarf es kaum der Erwähnung, wie fördernd ihr Gebrauch auch für die Fragen der Florenverwandtschaft und der Florengeschichte sein würde, und wie wichtig sie wären, um eine naturgemäße Gliederung der Florengebiete zu stützen. Auch verbunden mit ökologischen und soziologischen Studien könnten sie Vortreffliches leisten. Man gewänne dabei ein wertvolles Gegengewicht gegen die mechanische Artenstatistik, der man sich von alters her bedient, die aber die anfechtbarsten Ergebnisse liefert, wenn sie kritiklos gehandhabt wird.

Die ökologische Pflanzengeographie, die den Einfluß der räumlich wechselnden Lebenslage auf Haushalt, Organisation und Physiognomie der Pflanze untersucht, schreitet fast auf der ganzen Linie rüstig vorwärts und ist zugleich mit Erfolg bemüht, auch innerlich sich mehr und mehr zu kräftigen. Zu Anfang hat diese Richtung starke Anregungen empfangen von der physiologischen

Anatomie. Eine ihrer ersten Vertreter, *G. Volken*, verrät in seinen Schriften diese Einflüsse auf jeder Seite, auch in *Schimpers* „Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage“ treten sie klar in den Vordergrund. Ihre Wirkung war zeitweise so groß, daß man aus dem inneren Bau der Arten zurückschloß auf Physiologie und Medium und aus analogen Strukturen gleiche standörtliche Bedingtheit herauslas, ohne sich immer des Tatbestandes zu vergewissern. *Schimpers* Lehre von der „physiologischen Trockenheit“ z. B. geht zum guten Teile auf solche Art der Betrachtung zurück; sie wirkte bestechend trotz unsicherer Grundlage und blieb ohne erheblichen Widerspruch, bis die Ökologie strengeren Maßstab anzulegen begann.

Diese Erstarkung der Kritik kam ihr nicht von außen, sie vollzog sich infolge der eigenen Erfahrung, die sich schnell vertiefte. Man lernte einsehen, daß das Medium in einem Pflanzenbestande, ja bei einer Einzelpflanze sehr viel mannigfaltiger und verwickelter ist, als es anfangs den Anschein hatte. Zum zweiten aber erkannte man, daß eine bessere Einsicht in diese Verhältnisse nur dann erzielt werden könne, wenn man die Faktoren zu messen verstünde. In dieser Hinsicht fehlte es an allem Nötigen. Die klimatologischen Tabellen, nach denen man zu greifen gewöhnt war, versagten gegenüber den steigenden Ansprüchen. Manche von den Werten, die sie regelmäßig verzeichnen, sind für das Pflanzenleben überhaupt von geringerem Belang; einige beziehen sich auf andere Umstände als die für die Pflanze geltenden. Über den Wärmegenuß etwa einer niedrigen Alpenpflanze kann uns die Klimatabelle nichts sagen, weil sie zwar die Luftwärme 2 m über dem Boden notiert, aber weder die Erwärmung des Pflanzenkörpers selbst noch die Temperatur der Erdschichten angibt, in denen die Wurzeln der Pflanze leben.

Dies Beispiel zeigt, daß die Ökologie ihre besonderen Ansprüche an klimatische Messungen stellt. Es wäre zu viel verlangt von der Meteorologie, von sich aus solchen speziellen Wünschen gerecht zu werden. Die Ökologie hat darum sich selbst zu helfen begonnen. Sie mißt jetzt die Wärme im Mittel und in den Extremen, in der Luft, am Boden und in der Erde, mißt Licht, Befeuchtung, Verdunstung, Windstärke, Dauer des Frostes, des Schnees und der Besonnung, prüft Physik und Chemie des Bodens u. a., alles am Standorte selbst, oft auf kleinstem Raume, teilweise mit aufzeichnenden Apparaten oder mit eigens ersonnenen Instrumenten. Besonders die amerikanischen Forscher sind auf diesem Gebiete vorangegangen, sie haben schon manchen Fortschritt erzielt und z. B. in der Transpirationslehre auch die Physiologie gefördert. Es ist ein unübersehbar weites Gebiet, das hier der Bearbeitung bedarf; denn an wie wenigen Stellen der Erde erst sind diese Aufgaben in Angriff genommen!

Ein großer Reiz der ökologischen Studien für

den Botaniker liegt darin, daß so viele Faktoren der Außenwelt in den Formen des Pflanzenkörpers und seinem inneren Bau sich widerspiegeln. Zahlreiche Merkmale werden damit geographisch deutbar; denn ob man Lamarckist ist oder *Wagners* Migrationshypothese huldigt oder die Deszendenz als offene Frage betrachtet: jenen Ausdruck des Mediums in den Formen kann man nicht verkennen. Und wenn man weitergehend untersucht, welche Beziehungen in dieser Hinsicht zwischen verwandten Arten bestehen, so gewinnt man Aufschlüsse, die auch die Floristik und Genetik bereichern. Erst wenige Gruppen sind daraufhin genauer bearbeitet. Aber es ist zu wünschen, daß solche Studien sich vermehren, denn sie gestatten oft wertvolle Rückschlüsse auf die Wanderungswege der Organismen und lassen ermessen, welche Rolle die einzelnen Erdräume bei der Ausgestaltung der natürlichen Floren gespielt haben.

Zurzeit liegt unstreitig der Schwerpunkt der ökologischen Forschung in dem Studium ganzer Gruppen oder Verbände von Pflanzen, die unter annähernd übereinstimmenden Lebensverhältnissen wachsen. Dadurch wird sie zu einem wesentlichen Teile der *Vegetationskunde*, und ihre Bedeutung in dieser Hinsicht ist so groß, daß man mitunter die gesamte Vegetationskunde in die ökologische Pflanzengeographie einbezogen hat. Dieser Brauch ist jedoch zu eng, er verkennet den viel weiter reichenden Umfang, den die heutige Vegetationskunde gewonnen hat.

Deren Entfaltung ist freilich erst neueren Datums. Sie war wohl stets im Rahmen der wissenschaftlich betriebenen Pflanzengeographie enthalten; aber sie verharnte dort lange in wenig entwickeltem Zustand und trat erst in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts selbständiger auf den Plan. *Kerners* „Pflanzenleben der Donauländer“ 1863, *Grisebachs* „Vegetation der Erde“ 1872, *Hults* „Försök till analytisk behandling af växtformationerna“ 1881, *Warmings* „Plantesaafund“ 1895 und *Schimpers* „Pflanzengeographie“ 1898 bedeuten Marksteine auf ihrem Entwicklungsgang. Diese Veröffentlichungen sind Beweis dafür, daß man in der Pflanzenwelt nicht mehr nur die Masse der Arten sah, sondern gelernt hatte, darin eine soziale Gliederung zu bemerken und in den Pflanzengesellschaften neue Gegenstände der Naturkunde aufzufinden. Neben der „Flora“ war die „Vegetation“ als Objekt der Forschung entdeckt. Damit hat sich ein weiträumiges Forschungsfeld eröffnet, und wir stehen noch mitten in der Aufgabe, es in Anbau zu nehmen und ertragreich zu gestalten.

Auf diesem Neuland handelt es sich vielfach noch um reine Beschreibung, und die Methodik dieser Beschreibung, die bei der deskriptiven Botanik seit fast hundert Jahren in den Grundzügen festliegt, ist hier noch im Werden begriffen. Man gewinnt erst allmählich Maßstäbe dafür, wie weit die Beschreibung sich erstrecken muß. Oft beschränkt sie sich noch auf das floristische Wesen

der Verbände, das ja offener zutage liegt. Man gibt vor allem die Artenliste, zählt also auf, was überhaupt im Verbande vorkommt. Weiter fragt man nach dem Mengenverhältnis der Arten, prüft ihre Konstanz im Verbande und untersucht, ob sie ihm ausschließlich angehören oder auch in andere Bestände eintreten. Bei allen diesen Fragen des sozialen Gefüges steht zur Erörterung, ob man schätzen oder zählen und wiegen soll, eine Wahl, die nicht so einfach zu treffen ist, wie es aussieht, weil man dabei über den Raumbesitz des Pflanzenindividuums entscheiden muß: und dies ist eine schwer faßbare Größe.

Zur Beschreibung würden weiter die ökologischen Züge der Bestandeglieder gehören. Doch ist sie nach dieser Richtung im ganzen noch wenig entwickelt, vor allem deswegen, weil die Aufgabe, die „Lebensformen“ der Pflanzen ökologisch zu erklären, noch der Lösung harret. Statistik über Immergrüne und Laubwerfende, oder über allgemeine Wuchsformen wird ja hier und da gegeben; *Raunkiaers* Vorbild, die Art des Knospenschutzes festzustellen, findet schon zuweilen Nachahmung, aber das sind erst Anfänge, das meiste bleibt noch zu tun, um die Beschreibung der Bestände ökologisch zu erweitern und auf eine höhere Stufe zu heben.

Die ganze Richtung ist nach Entwicklung und Ziel vergleichbar der sogen. deskriptiven Systematik, und es wiederholt sich vieles, was dort ein Jahrhundert früher zutage trat. Die Beschreibungen sind bemüht, alles wiederzugeben, was sich der Wahrnehmung darbietet. Den bändereichen Ikonographien, entsprechen gehaltvolle Sammlungen von Vegetationsbildern. Beide sind notwendige Behelfe der Wissenschaft, und unentbehrlich, um ihre Gegenstände weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Aber wie die Beschreibung selbst, so verlangt auch die Abbildung fortdauernd kritische Vertiefung. An sich ist der Speziesbeschreiber noch nicht Systematiker, und wer Vegetationsausschnitte photographiert noch kein Pflanzengeograph.

Auch in der *Begriffslehre* und *Klassifikation* schreitet die Vegetationskunde etwa ein Jahrhundert später auf den Bahnen, die die Systematik vorangegangen ist. Man fahndet nach den „natürlichen Einheiten“, man bemüht sich unablässig, die Kategorien naturgemäß zu umgrenzen, man sucht nach den zweckmäßigsten Benennungen für sie. Die erfahrensten Vertreter des Faches beschäftigen sich mit diesen Fragen. Der letzte internationale Botaniker-Kongreß — 1910 in Brüssel — widmete ihnen eingehende Beratungen. Und seit auf dieser Tagung die Hauptträger des Fachwerkes festgelegt wurden, sind bereits ausgebaut „Systeme“ für die Vegetationskunde entworfen worden. Zu allgemeiner Geltung ist davon noch keines gelangt, aber das mag kein schlimmes Zeichen sein: die Vegetationskunde ist eben noch zu junglich, um ein für die Dauer halbwegs passendes Gewand finden zu können.

Wir müssen zufrieden sein, daß jetzt wenigstens über die ersten Grundbegriffe leidliche Einigung erzielt ist. Von nun ab nimmt die „Assoziation“ in der deskriptiven Vegetationskunde die zentrale Stellung ein, wie die Spezies in der Systematik, und die „Formation“, die *Grisebach* 1838 eingeführt und für Jahrzehnte zur Herrschaft gebracht hatte, ist eine Stufe höher hinauf gerückt. Bewußt lehnt man sich mit dieser Gliederung an das Schema der Systematik an, und *C. Schröter* gibt dem Ausdruck, wenn er sagt, die Formation entspräche dem Genus, die Assoziation der Art.

Aus dieser Beziehung folgen manche Richtlinien für die übrige Behandlung des Stoffes. Vor allem auch ergibt sich daraus die Notwendigkeit, auf starres Gleichmaß zu verzichten und je nach dem Stande der Erforschung eines Gebietes oder nach dem ganzen Zwecke der Untersuchung die Gliederung weiter oder weniger weit zu führen.

Aber bis zum letzten läßt sich selbstverständlich die Anlehnung an die Systematik nicht führen, da der Gegenstand der Vegetationskunde komplexer und teilweise anders geartet ist. Die Glieder der Bestände sind freizügiger als die Merkmale der Arten, sie können überall neue Bindungen eingehen und entweder einzeln oder in kleineren Rotten bunt zusammengewürfelte Gesellschaften bilden helfen. Solche Mosaikgebilde darzustellen, leiht die Systematik kein Vorbild; die Vegetationskunde aber hat häufig damit zu tun und muß sich die passenden Formen der Darstellung eigens schaffen.

Alle diese Umstände wirken naturgemäß zurück auf den Stand der *pflanzengeographischen Kartographie*. Über ihre Verwendung verdanken wir *C. Schröter* eine treffliche Übersicht (in den Akten des Internat. Botaniker-Kongresses Brüssel 1910), die das im verflossenen Jahrhundert Geleistete vorführt. Seitdem sind weitere Fortschritte zu verzeichnen, aber natürlich bleiben viele Wünsche noch unerfüllt. Vegetationskarten der ganzen Erde oder größerer Abschnitte kennt man genug; aber man vergißt oft, wie unvollkommen sie sind, wie viel Phantasie noch mitspricht, wie wenig verlässlich ihre Angaben sind, sobald es sich um die feineren Züge des Bildes handelt. Hier muß unablässig nach Besserung gestrebt werden. Es käme allen Zweigen der Erdkunde zugute, wenn gerade von der Vegetation ein treueres Abbild gewonnen würde, die doch, nach *Humboldts* Worten, für den Totaleindruck der verschiedenen Weltgegenden das Hauptbestimmende ist. Einstweilen fehlen für Karten, die strengeren Ansprüchen genügten, meistens noch die Grundlagen. Erst für wenige kleine Gebiete, — verlorene Punkte am Globus —, gibt es Aufnahmen, die nach Maßstab und Ausführung den geologischen Blättern vergleichbar wären. Aber sie sind zu begrüßen als Anfang und Vorbild. Und die Arbeit daran hat viel dazu beigetragen, die Begriffe der Vegetationskunde zu klären und

für gewisse Ausdrucksmittel in Farbe und Zeichen eine Einheitlichkeit der Verwendung anzubahnen.

Wie aus der beschreibenden Botanik die Morphologie und Systematik erwachsen sind, so baut sich auf der deskriptiven Grundlage die gesamte vergleichende Vegetationskunde auf. Ihre wissenschaftliche Höhe spiegelt unmittelbar den Zustand jener Grundlage wider. So kommt es, daß wir bisher nur Anfänge besitzen, jetzt aber die Voraussetzungen rascheren Wachstums gegeben sehen. Zurzeit steckt die Vegetationskunde wohl noch in den Kinderschuhen. Aber es läßt sich voraussagen, daß sie ihnen bald entwachsen wird. In der Tat zeigten sich vor dem Kriege überall verheißende Ansätze. Immer größer wurde die Zahl der Forscher, die auf ihren Reisen die Vegetation vergleichend studierten. Es fanden internationale Exkursionen statt, die ihre Teilnehmer gerade in dieser Richtung zu fördern suchten. Man verglich die Buchenwälder der Seennen und des Juras, die „Schneetälchen“ des hohen Nordens und der Alpen, die Wüsten Nordamerikas und die Sahara, die Moore der beiden Hemisphären. *Warmings* Buch brachte in jeder Auflage eine wachsende Fülle von Stoff. Die Literatur umschloß von Jahr zu Jahr mehr Daten, die noch ungenutzt darin vergraben liegen. Und so wird die vergleichende Vegetationskunde raschen Aufschwung nehmen, wenn die Hemmungen der Weltlage wieder geschwunden sind. Da wird sie die Areale der Formationen ermitteln und die Veränderungen ihres Gefüges von Land zu Land verfolgen. Sie wird feststellen, wie sie sich ergänzen und einander vertreten. Und bei allen Tatsachen, die sie hier findet, wird man zu ermitteln suchen, wie sie bedingt sind.

Gleichzeitig wird sich die Arealkunde lebhaft mit den *Erscheinungen des Bestandeswechsels* zu beschäftigen haben, die schon eine Zeitlang ihre Aufmerksamkeit in hohem Maße auf sich gelenkt haben. Daß ein natürlicher Bestand auch an ein und derselben Stelle nach und nach sich verändert, diese Beobachtung hatte bereits mehrfach literarische Würdigung gefunden; aber genauere Beachtung schenkte man solchen dynamischen Vorgängen erst seit etwa fünfzehn Jahren. Besonders bei den Amerikanern wurden hergehörige Studien eifrig betrieben; schließlich ist dort ein umfangreiches Lehrgebäude daraus entstanden, das kürzlich in dem Werke von *F. E. Clements* „Plant Succession“ seine Darstellung gefunden hat. Es zeugt ganz unverkennbar von dem Einfluß der „physiographischen“ Anschauungen, die bei uns durch *Davis* Schriften verbreitet worden sind. Wie dort ist die Rede vom „Zyklus“ — womit kein Kreislauf, sondern ein Ablauf gemeint ist —, dem biotischen, klimatischen und topographischen Zyklus. Man bemüht sich, das Gesetzmäßige in den Entwicklungsvorgängen zu ergründen und ist geneigt, sie auf einfache Formeln zu bringen. In Anbetracht der Mannigfaltigkeit biotischer Beziehungen und biotischer Vorgänge liegt wohl in

diesem Streben eine ernste Gefahr, aber sie kann sicher gebannt werden durch unvoreingenommene Beobachtung. Mit diesem Vorbehalt gehen von der Sukzessionslehre mancherlei fruchtbare Anregungen aus. Freilich erfordern die Vorgänge mit denen sie es zu tun hat, in der Regel langjährige Beobachtung; nur in einzelnen günstigen Fällen läßt sich in kürzerer Zeit verfolgen, wie sich an einem bestimmten Orte die Vegetationsverbände ablösen: etwa an Dünen, am Ufer verlandender Gewässer, auf gewaltsam erzeugtem Neuland. Viel häufiger vollzieht sich der Wandel zu langsam, um einem begrenzten Menschenleben deutlich zu werden. Da tritt dann an Stelle der Beobachtung leicht der Analogieschluß, und die Lehre entfernt sich weiter und weiter vom Boden der Erfahrung. Schließlich leitet man Gesetze ab, die die Sukzessionszyklen der Vegetation mit dem idealen Ablauf geomorphotischer Vorgänge in Einklang setzen, ohne zu bedenken, wie ungleich schon das Schrittmaß des Wandels bei beiden sein kann. Solche Auswüchse hat die künftige Forschung zu beseitigen. Statt dessen soll sie Raum schaffen für die der Beobachtung zugänglichen Probleme des Bestandeswechsels: wie weit er gewissermaßen selbstbewirkt vonstatten geht, und wie die Außenfaktoren in den Ablauf eingreifen. Es wird sich dabei wohl herausstellen, daß viele Erscheinungen der Sukzession entweder mit den vielverschlungenen Wechselwirkungen der Organismen untereinander zusammenhängen oder aber unmittelbar bewirkt sind von den jeweiligen Zuständen des Mediums, durch die sie erst in sekundäre Beziehung gelangen zu den Vorgängen, die uns die Physiographie beschreibt.

Zu diesen Faktoren der Lebenslage gehört auch der *Einfluß des Menschen*, und zwar ist er derjenige, der an die Forschung vielleicht die mannigfachsten Fragen richtet. Sie tauchen auf an Stellen, wo man sie früher kaum vermutete. Die tiefere Einsicht in Wesen und Zusammensetzung der Bestände hat viele, die man ehemals für naturwüchsig hielt, dieser Geltung beraubt: sie sind erkannt als völlig oder teilweise durch Menschenwerk veränderte Gebilde. Die Wiesen in Sibirien so gut wie die Savannen des tropischen Afrika sieht man nun als „künstliche“ Formationen an. Bis hoch hinauf in die Gebirge verfolgt man die Einflüsse menschlicher Wirtschaft und überzeugt sich, wie häufig die Baumgrenze keine klimatisch begründete Linie ist, sondern einen wirtschaftlich bedingten Saum darstellt. Die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Pflanzendecke erscheinen vielfach in neuer Beleuchtung. Überall vergleicht man mit geschärftem Blick die ursprüngliche Vegetation mit der sekundären, oder die schwach veränderte mit der stärker umgebildeten. Dem Kenner Deutschlands bietet bereits die nicht ganz so gründlich gezähmte Vegetationslandschaft der östlichen Grenzländer vielerlei Aufschlüsse, die rückwirkend sein Verständnis des

Westens bereichern. In diesem Sinne hat die Pflanzengeographie ein wachsendes Interesse daran, daß Naturschutzgebiete geschaffen werden und Naturdenkmäler erhalten bleiben. Und andererseits muß sie mit Ausdauer dahin streben, wenigstens an einzelnen geeigneten Stellen Versuche größeren Stiles anstellen zu können, um künstliche Eingriffe in ihrer Wirkung auf die Bestände zu verfolgen.

So würde durch Vergleich und Experiment zu ermitteln sein, wie das soziale Gefüge der Vegetation sich bei Verschiebungen umstellt, wie der Wettbewerb neue Gestalten annimmt, wie die einzelnen Arten als Verbandsteilhaber sich mit dem Wandel abfinden, ob sie dabei gewinnen oder Verlust erleiden. Die Faktoren, die hier eingreifen, sind überaus zahlreich und verschieden geartet. Bei ihrer Untersuchung tritt die Pflanzengeographie in fruchtbare Fühlung mit vielen Zweigen der Erdkunde und leistet ihnen wertvollen Gegen dienst, indem sie die Veränderungen der Vegetation der Erde verstehen lehrt, von denen so viele erdkundlichen Vorgänge abhängig sind.

Deszendenzprobleme im Lichte der Biologie und der Thermodynamik.

Von Dr. Kurt Stern, Berlin.

Die Mehrzahl der kritischen Biologen ist heute mit *Johannsen* der Ansicht, „daß das Evolutionsproblem eine ganz offene Frage sei,“ und daß all seine bisherigen Lösungsversuche: *Lamarckismus*, *Mutationstheorie* und *Darwinismus* fehlgeschlagen seien.

Lamarck entwickelte in seiner „Philosophie zoologique“ (1809) etwa folgende Anschauung: Es ist eine Erfahrungstatsache, daß Gebrauch die einzelnen Körperteile, z. B. die Muskeln stärkt, Nichtgebrauch sie verkümmern läßt. Im Laufe der Entwicklung werden ursprünglich gleiche Formen unter verschiedene Bedingungen kommen, die verschiedene Beanspruchung und Bedürfnisse und damit verschiedene Gewohnheiten und Ausgestaltung der einzelnen Teile zur Folge haben werden. So mag der lange Hals der Giraffe durch ständiges Strecken beim Nahrungsuchen entstanden sein. Diese erworbenen Eigenschaften sollen sich vererben und so neue Formen bilden. — Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß eine Vererbung solcher erworbener Eigenschaften nicht oder höchstens vereinzelt besteht. Damit ist der Erklärungswert des Lamarckismus bestenfalls ein recht unbedeutender geworden.

De Vries nahm in seiner Mutationstheorie an, daß neue Arten durch plötzliche, sprungartige, erblich konstante Abänderungen entstehen, die keine unmittelbare Verursachung durch äußere Einflüsse erkennen lassen. — Die Formen, die er als Beispiele anführte, vor allem die *Oenothera*-mutanten, haben sich aber zumeist als durch Mendelspaltungen ihrer hybriden Eltern hervorgerufen erwiesen. Die Entwicklung der Organismen

können sie nicht erklären, denn diese hat das Auftreten neuer Merkmale zur Voraussetzung.

Darwin geht davon aus, daß überall zwischen den einzelnen Individuen erbliche Unterschiede bestehen, läßt aber die Frage nach ihren Ursachen offen. Die ständige Überproduktion der Natur führt zum Kampf ums Dasein, der ein Überleben der best angepaßten Varianten zur Folge hat. Die nächste Generation variiert wieder erblich, wird wieder ausgelesen, und so findet eine ständige Vergrößerung der Unterschiede statt. *Darwins* Voraussetzung einer allgemeinen erblichen Variabilität wurde gestützt durch Untersuchungen *Galtons*. *Galton* prüfte z. B. die Erblichkeitsverhältnisse der Samengröße der Platterbse. Er teilte eine beliebige Samenportion der Größe nach in Klassen und maß die Samengröße der Nachkommen. Es zeigte sich eine gewisse Erblichkeit; denn die Pflanzen aus größeren Samen hatten durchschnittlich wieder größere Samen.

Da zeigte *Johannsen* (1903), daß *Darwins* Grundvoraussetzung einer allgemeinen erblichen Variabilität nicht zutrifft, sondern, daß man bei Verfolgung „reiner Linien“, d. h. der Nachkommen eines einzelnen selbstbefruchtenden Individuums, das in männlichen und weiblichen Geschlechtszellen gleiche Anlagen hat, eine Erblichkeit individueller Merkmale nicht findet. Innerhalb einer reinen Linie ist es völlig gleichgültig, ob man von einer Pflanze mit großen oder kleinen Samen ausgeht, man hat in beiden Fällen die gleiche Aussicht, eine bestimmte innerhalb des Abänderungsspielraums der Linie liegende durchschnittliche Samengröße der Tochterpflanzen zu erhalten. Der bei früheren Züchtungsversuchen gefundene Rückschlag der Kinder auf die Elternform in bezug auf individuelle Merkmale beruht nur scheinbar auf Vererbung dieser Merkmale; denn, man arbeitete — ohne es zu wissen — bei derartigen Versuchen, z. B. *Galtons*, mit einem Gemenge von verschiedenen erblich konstanten Typen als Ausgangsgeneration, weil man ein solches Gemenge (wegen der geringen, noch dazu durch Variabilität verdeckten Unterschiede der einzelnen Typen) für eine einheitliche Rasse hielt. Aus solchen Gemengen züchtete man in Wirklichkeit unbewußt die größeren oder kleineren Typen heraus, da ja die ausgewählten großen oder kleinen Individuen hauptsächlich großen oder kleinen Typen angehörten, während man fälschlich glaubte, den Züchterfolg auf eine Vererbung individueller Merkmale zurückführen zu dürfen. So kommt *Johannsen* zu dem Schluß, daß zur Lösung des Deszendenzproblems ein neuer Faktor im Entwicklungsgeschehen aufgefunden werden müsse.

Demgegenüber vertreten die folgenden Zeilen den Standpunkt, daß man mit den bekannten Tatsachen eine ausreichende Erklärung der Entwicklung geben kann, daß nämlich die Entstehung der Arten auf Häufung von erblichen Veränderungen beruht, die die Folge allseits ge-

richteter, zufälliger und ungeordneter, erblicher Einwirkungen der Außenwelt auf die Organismen sind.

Das Auftreten solcher erblicher Variationen infolge von Umweltseinflüssen gibt auch *Johannsen* zu. Er selbst führt die Versuche *Hansens* an, der fand, daß gewissen Heferassen durch hohe Temperaturen das Vermögen, Sporen zu bilden, dauernd verloren geht. Er selbst führt die Versuche *Schiemanns* an, die erbliche Veränderungen beim Schimmelpilz durch $K_2Cr_2O_7$ fand. Er selbst führt die erblichen Farbvariationen an, die *Fischer* und *Standfuß* durch hohe und tiefe Temperaturen bei Schmetterlingen erzielten. Und er bespricht ausführlich die erblichen Abänderungen, die *Tower* hervorrief, als er eben ausgeschlüpfte Kartoffelkäfer teils extremen, teils von der Normaltemperatur nur 5°—6° abweichenden Temperaturen aussetzte. Diesen Beispielen ließen sich noch einige weitere anreihen, wie die erblichen Abänderungen, die *Haenicke* bei Schimmelpilzen durch oft ganz geringe Giftmengen hervorrief. Wenn trotz dieser experimentell festgestellten Tatsachen *Johannsen* die erblichen Variationen infolge von Umweltsveränderungen für *seltene Ausnahmefälle* ohne größere deszendenztheoretische Bedeutung ansieht, so erklärt sich dies daraus, daß die Annahme einer *weiten* Verbreitung solcher erblicher Abänderungen in der Natur scheinbar im Gegensatz zu dem Hauptergebnis seiner Versuche mit reinen Linien steht: zur Konstanz der reinen Linien. Denn dann müßte man nämlich erwarten, daß auch in reinen Linien einzelne Individuen durch Umweltseinflüsse erblich verändert würden und daß dadurch die Konstanz der reinen Linien aufgehoben würde. Das wird aber *selten* beobachtet.

Indessen: im Experiment des Züchters sind sowohl die Aussichten des Beobachtetwerdens wie auch des Auftretens erblicher Variationen viel geringer als in der freien Natur. Im experimentellen Material gelangen vorhandene erbliche Variationen nicht immer zur Beobachtung, weil

1. nur *wenige* Merkmale *beobachtet* werden können, aber nicht *alle* Merkmale *stark* variieren,
2. vorhandene *geringfügige* erbliche Variationen durch beträchtliche, aber nichterbliche leicht *verdeckt* werden können,
3. relativ konstante Bedingungen herrschen,
4. meist nicht gerade diejenigen Umweltsveränderungen gegeben sein werden, auf die die beobachteten Organe mit erblichen Veränderungen reagieren.

Z. B. fand *Tower* in einigen Fällen schon bei 5°—6° Abweichung von der Normaltemperatur erbliche Veränderungen, in anderen Fällen trifft man solche erst bei 20° und mehr und in anderen gar nicht. Die Reizschwelle des erblichen Veränderungsreizes liegt also sehr verschieden. Aber die Natur „experimentiert“ nicht mit Tausenden, sondern mit Millionen und Milliarden

von Individuen, nicht mit Generationen, sondern mit Tausenden von Generationen, nicht mit zahlreichen, sondern mit unendlich vielen, auch ganz extremen und ganz unwahrscheinlichen Bedingungskonstellationen. Also ist auch in der Natur die Wahrscheinlichkeit erblicher Abänderungen viel größer als im Experiment des Züchters, und es ist demnach nicht nur sehr wohl möglich, sondern vielmehr unbedingt zu erwarten, daß in der freien Natur die erblichen Abänderungen infolge von Umweltseinflüssen *eine ungleich bedeutsamere Rolle* spielen werden als in Experimenten mit reinen Linien.

Betrachten wir die Nachkommen eines Individuums in der freien Natur. Ihre Unterschiede werden doppelter Art sein. Erstens gibt es Unterschiede, die auf der Verschiedenheit der Keimzellen des Ausgangsindividuums beruhen. Sie sind durch Umweltseinflüsse *auf die Keimzellen* hervorgerufen, die über der Reizschwelle für deren bleibende Veränderung lagen — wie die Temperaturerhöhung in *Towers* Versuchen mit Kartoffelkäfern. Zweitens werden die von Individuum zu Individuum wechselnden Umweltseinflüsse Verschiedenheiten der sich *entwickelnden* Tier- und Pflanzenkörper hervorrufen. Diese zweiten Verschiedenheiten werden jene ersten bei weitem überwiegen. *Größtenteils* werden sie keine bleibenden Veränderungen der Keimzellen, aus denen die Tochtergeneration hervorgehen wird, bedingen. Aber ein *kleiner* Teil von ihnen oder der sie hervorbringenden Umweltseinflüsse wird auch diese Keimzellen dauernd verändern. Dadurch werden *neue* erbliche Verschiedenheiten geschaffen und so fort. Wenn also auch entgegen *Darwins* Meinung der *größte* Teil der individuellen Unterschiede nichterblich sein wird, so wird doch durch immer weitere Häufung erblicher Unterschiede eine *kleine* Zahl der zahllosen Nachkommen eines Stammes schließlich selektionswertige Unterschiede aufweisen, was je nach deren Zweckmäßigkeitsgrad zur Verdrängung der Stammform, zum eigenen Wiederverschwinden oder — der häufigste Fall — zum Auftreten zahlreicher verwandter Formen führen wird. Letzteres muß vornehmlich auch eintreten, wenn die entstandenen Formen zweckindifferent sind. So erklärt es sich, daß gerade dort, wo eine Art die besten Lebensbedingungen findet, d. h. in sehr zahlreichen Individuen auftritt, auch die größten Formverschiedenheiten innerhalb der Art auftreten, sind ja dort auch die verschiedensten Lebensbedingungen gegeben. Und so erklärt sich, daß mit großen geologischen Umwälzungen auch große organische Entwicklungen zusammenfallen.

Unsere Anschauung ist eine im wesentlichen darwinistische. Drei Punkte sind wesentlich verschieden. *Erstens* hielt *Darwin*, der freilich auch nichterbliche Veränderungen kannte, die meisten individuellen Unterschiede für erblich und überschätzte damit bei weitem die Häufigkeit erblicher

Abänderungen. *Zweitens* sah Darwin von einer bestimmten Erklärung über die Ursachen der erblichen Abänderungen ab. Damit ließ er freilich den eigentlichen Grund der Entwicklung offen. *Drittens* beruht nach Darwin der Aufbau größerer Differenzen nur auf Häufung infolge Auslese, ist also nur bei zweckmäßigen Veränderungen möglich. *Ihm* sind die Anpassungen Hauptsache, die indifferenten Merkmale, wie Zahl der Blüten-, Staubblätter, Wirbel, radiärer oder symmetrischer Bau, Nebensache der Entwicklung, deren Entstehung er durch Hinweis auf unsere Unkenntnis der Funktionen und auf die gegenseitige Verknüpfung aller Teile im Organismus zu erklären sucht. *Uns* sind die zweckindifferenten, systematisch wichtigen, sogenannten Organisationsmerkmale und ihre naturnotwendige Weiterbildung durch die Häufung erblicher Veränderungen, die Umweltseinflüssen ihre Entstehung verdanken, das Primäre der Entwicklung. Die Auslese erklärt nur bedeutungsvolle Spezialfälle: die Anpassungen. Entgegen Darwins Anschauung wären also nach unserer auch ohne Kampf ums Dasein fortschreitende Entwicklung und Differenzierung aufgetreten. Der Kampf ums Dasein schafft nicht die Bedingungen der *Entwicklung* überhaupt, die schafft die Umwelt durch ihre Einwirkung auf die Organismen, er schafft nur die Bedingungen für eine *möglichst große Wahrscheinlichkeit* des Vorhandenseins, der Fortpflanzung und Steigerung *zweckmäßiger* Variationen, wie etwa die Verschiebung des Schwerpunktes eines Würfels aus dem geometrischen Mittelpunkt eine größere Wahrscheinlichkeit seines Falles auf die dem Schwerpunkt nächst gelegene Seite schafft.

Ein konkretes Beispiel möge noch einmal den Unterschied der geschilderten Deszendenztheorien erläutern: die Bildung des Giraffenhalses:

Lamarck läßt die Giraffe ihren Hals recken zur Befriedigung ihres Nahrungsbedürfnisses, findet, daß der Hals sich durch ständiges Strecken verlängert und nimmt an, daß sich diese Verlängerung vererbt. Die Erfahrung hat aber in analogen Fällen gezeigt, daß sich eine solche erworbene Eigenschaft nicht vererbt.

De Vries nimmt an, daß unter den kurzhalsigen Individuen plötzlich ein oder mehrere erblich langhalsige entstehen ohne sichtbare Ursache in der Umwelt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß, wo derartige erbliche Veränderungen aufgetreten sind, sie sich zumeist in Merkmalen äußern, die bereits in den Ahnen vorhanden, bei den Eltern aber wegen deren Bastardnatur verdeckt waren, und die in den Kindern nunmehr wieder abgespalten werden. Neue Eigenschaften stellen sie nicht dar. Für Einzelfälle mag die Mutations-theorie wie der Lamarckismus zutreffen.

Darwin ging davon aus, daß es unter den einzelnen Giraffen solche mit kürzerem und längerem Hals gab, und daß letztere, wenn sie zweckmäßiger waren, ausgelesen wurden. In der nächsten Generation lag das Mittel der Häuse

höher, in der folgenden wieder, bis sich eine Rasse gebildet hatte, deren Hals so lang war, daß eine weitere Verlängerung direkt oder indirekt durch Wachstumsverknüpfung mit anderen Organen zu geringerer Tüchtigkeit der Rasse geführt hätte. Die Erfahrungen *Johannsens* haben aber gezeigt, daß Selektion den Mittelwert eines Rassemerkmals nicht verschieben kann und daß, wo eine solche Verschiebung beobachtet wird, sie auf dem Herauszüchten einer Rasse aus einem Rassengemenge beruht, daß also nichts Neues durch Auslese geschaffen wird.

Nach unserer Anschauung werden unter den zahllosen Individuen im Laufe der Generationen auch einige unter äußere Bedingungen gekommen sein, die ihre Keimzellen so verändert haben, daß die Nachkommen erblich längere Hälse hatten. Die neue Halsform wird sich, wenn nicht gerade unzweckmäßig, erhalten können und in den nächsten Generationen weiter verlängern, dadurch, daß irgendwo wieder die Umverhältnisse so liegen, daß der Schwellenwert eines erblichen Reizes für „langen Hals“ — verschiedene Reize auf die Keimzelle werden erbliche Langhalsigkeit bewirken — überschritten wird. Eine zweckmäßige wie zweckindifferente Abweichung kann allmählich gesteigert werden, wenn sie sich nur im Kampf ums Dasein erhält.

Die vorstehend nur in den allergrößten Umrissen¹⁾ skizzierte Theorie ist eine in sich abgeschlossene biologische Theorie, die zwar durch die Erfahrung noch ungenügend gestützt ist, dennoch lediglich auf Grund biologischer Tatsachen und Beobachtungen einige Wahrscheinlichkeit für sich hat. Sie gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man sie nicht nur vom Standpunkt des Biologen aus, sondern auch von dem des Physikers her beleuchtet. Wie im Organischen das Deszendenzgesetz, so herrscht auch im Anorganischen ein Entwicklungsprinzip, das die Geschehensrichtung bestimmt: der zweite Hauptsatz der Thermodynamik; er besagt, daß in einem abgeschlossenen System alle Veränderungen irreversibel sind²⁾. Nach der kinetischen Theorie denkt man sich die Moleküle eines Gases in ungeordneter Bewegung etwa wie die Mücken in einem Mückenschwarm. Denkt man sich in einem abgegrenzten Volumen Gas die einzelnen Moleküle sichtbar, so findet man, daß sich im Laufe der Zeit alle möglichen Verteilungen der Moleküle einstellen und daß jeder einzelne Verteilungszustand *gleichwahrscheinlich* ist. Einer großen Anzahl solcher *verschiedener* molekularer „mikroskopischer“ Zustände entspricht ein und

¹⁾ Eine ausführliche Darstellung und Begründung unter Diskussion der gesamten in Frage kommenden Tatsachen- und Problemkreise ist mir zurzeit aus Raummangel nicht möglich.

²⁾ „Mit jedem einzelnen Prozeß macht die Welt einen Schritt vorwärts, dessen Spuren unter keinen Umständen vollständig zu verwischen sind.“ (Planck.) — Siehe auch Literaturverzeichnis am Schlusse des Aufsatzes.

derselbe „makroskopische“ wahrnehmbare Zustand, und zwar gibt es makroskopische Zustände, denen verhältnismäßig wenige und solche, denen eine überwiegende Mehrheit aller möglichen Mikrozustände entspricht. Letztere werden also viel häufiger realisiert, werden viel wahrscheinlicher sein als erstere. Wenn bei gegebenen Bedingungen verschiedene Makrozustände möglich sind, so wird sich schließlich derjenige als der wahrscheinlichste bilden, dem die überwiegende Mehrzahl der Mikrozustände entspricht. Daraus folgt die Irreversibilität der natürlichen Prozesse und damit eine bestimmte Entwicklungsrichtung in der anorganischen Welt.

Auch den erblichen Veränderungen liegen unbestreitbar irreversible Prozesse zu Grunde. Da aber die Irreversibilität auf dem Naturprinzip der Bildung aller möglichen Zustände beruht, muß man erwarten, daß, wenn die organische Entwicklung sich auf Häufung irreversibler Prozesse aufbaut, dies Prinzip auch in ihr in irgend einer Form zum Ausdruck kommt. Das ist in der Tat der Fall. Wie in der anorganischen Entwicklung alle möglichen Zustände nach Wahrscheinlichkeit und Zufall durchlaufen werden, so werden auch im Organischen alle Themen, Ideen und Aufgaben der Natur nach allen Richtungen hin variiert. So wird das Flugproblem auf die verschiedensten Weisen zu lösen versucht bei den Insekten, den fliegenden Fischen, Flugechsen, Fledermäusen und Vögeln. Ebenso die Fortpflanzung oder, um nur einen kleinen Ausschnitt aus diesem Riesenkomplex zu wählen, die Insektenbestäubung der Blüten. Bald ist es die Farbe, bald der Duft, bald Nektar, bald Futterhaare, bald Wärmeproduktion usw., die die Insekten anlocken, bald einzelne Blüten, bald Blütenteile, bald Blütenstände oder extraflorale Organe. Die ganze Mannigfaltigkeit der organischen Natur, die ja der Wissenschaft das Deszendenzproblem stellt, ist Beweis hierfür. Und diese *allseits* gerichtete Mannigfaltigkeit erklärt sich aufs beste als Folge *allseits* gerichteter, zufälliger und ungeordneter, erblicher Einwirkungen der Außenwelt auf die Organismen, wie wir dies bereits aus rein biologischen Gründen angenommen hatten. So weist uns die Analogiebetrachtung von der Physik ebendorthin, wohin uns die Biologie geführt hatte. Aber die Analogie geht noch weiter. Nicht nur das Grundprinzip der Bildung aller möglichen Formen wird in der toten wie lebenden Natur verwirklicht. Wie in der anorganischen Natur aus diesem Prinzip die Irreversibilität des Geschehens folgt, so hat sich auch in der organischen Natur für die stammesgeschichtliche Entwicklung ein entsprechendes Gesetz ergeben, das Dollosche Gesetz der Nichtumkehrbarkeit der stammesgeschichtlichen Entwicklung, über das Abel hier kürzlich berichtet hat, und auf dessen Ausführungen verwiesen sei¹⁾. Würde in der Natur

eine bestimmte *Vervollkommnungstendenz* ruhen, wie *Nägeli* und viele andere Biologen und Naturphilosophen meinten, so müßte man annehmen, daß die Natur eine geradlinig aufsteigende Entwicklungslinie bilden würde. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Alle Möglichkeiten ausschöpfend, zahllose Sackgassen betretend, klimmt die Natur allmählich zu immer höheren Stufen. Genau so wie in der anorganischen Natur alle möglichen Zustände verwirklicht werden, so auch in der organischen. Gerade deshalb schafft die Natur in beiden Reichen alle möglichen Variationen eines Themas, weil sie *alle, die möglich sind*, schafft, weil sie nicht von einem Vervollkommnungsprinzip beherrscht wird, sondern einzig und allein den Gesetzen des Zufalls, der Wahrscheinlichkeit folgend schafft. Dasselbe Grundprinzip der Bildung aller möglichen Zustände beherrscht die Entwicklung im Reiche des Anorganischen und des Organischen und verknüpft so *alles* Werden in der Natur mit einem einheitlichen umfassenden Bande.

Literatur:

- Abel, O., Methoden und Ziele der Paläobiologie. Naturwissenschaften Jahrg. 6, Heft 34/35. 1918.
 Boltzmann, L., Populäre Schriften. 3. 1905.
 Haenicke, A., Vererbungsphysiologische Untersuchungen. Zeitschrift für Botanik. 8. 1916.
 Johannsen, W., Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 1913.
 Johannsen, W., Die experimentellen Grundlagen der Deszendenztheorie. Kultur der Gegenwart IV, 1. 1915.
 Planck, M., 8 Vorlesungen über theoretische Physik. 1. und 3. Vorles. 1910.
 Smoluchowski, M. v., Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik. Planck-Heft der „Naturwissenschaften“. 1918.

Besprechungen.

Tomor, Ernst, Neubegründung der Bevölkerungspolitik. Würzburg, Curt Kabitsch, 1918. III, 115 S. Preis geh. M. 3,—.

Während in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts unter dem Einfluß der Darwin-Malthusschen Lehre die Furcht vor einer möglichen Übervölkerung die Gemüter allgemein beherrschte, ist gegen die Jahrhundertwende ein völliger Umschwung eingetreten: das nicht bloß in Deutschland, sondern in allen europäischen Kulturländern wie auch in Nordamerika gefürchtete Gespenst heißt jetzt Geburten- und Bevölkerungsabnahme. Für den in der Tat ganz auffälligen und immer noch rapide zunehmenden Geburtenabfall hat man in einer ungeheuren Literatur die verschiedensten Gründe geltend gemacht und gegen ihn ebenso viele Heilmittel vorgeschlagen.

stammesgeschichtlichen Entwicklung — z. B. die Rückbildung eines Organs und seine Wiederbildung durch Wiederentwicklung der Organreste — widerspricht einerseits nicht dem 2. Hauptsatz; denn die Begriffe „umkehrbar“ und „nichtumkehrbar“ im biologischen Sinne entsprechen nicht den gleichlautenden physikalischen Begriffen. Andererseits ergibt sie sich, wenn auch als unwahrscheinlicher Fall, als Folgerung aus dem Prinzip der Bildung *aller* möglicher organischer Formen.

¹⁾ Allgemeingültigkeit kann es freilich keineswegs beanspruchen. Die Möglichkeit einer umkehrbaren

Aus der Hochflut dieser Literatur heben wir die vor kurzem erschienene Schrift des ungarischen Arztes deswegen hervor, weil der Verf. den Versuch macht, der Frage auf *biologischem* Wege beizukommen. Der ganze Fehler der bisherigen Betrachtungsweise liegt in seiner Meinung nach darin, daß man die Ursachen des Geburtenrückganges ausschließlich auf sozialem und ökonomischem Gebiete gesucht hat, infolgedessen bewegten sich auch die verschiedenen empfohlenen Abhilfsmittel innerhalb dieser Bahnen. Das ganze Phänomen sei aber nur biologisch zu erklären und zu bekämpfen. Schuld an der Abnahme der Geburten ist nach ihm das späte Heiraten, d. h. das Heiraten beider Geschlechter lange nach der Zeit der völligen Geschlechtsreife. Dadurch werde die Frau um mehrere Jahre in ihrer Fruchtbarkeitsperiode gekürzt, der Mann der Gefahr der venerischen Infektion mit der in ihrem Gefolge häufig eintretenden Unfruchtbarkeit ausgesetzt sowie an den Gebrauch antikonzeptioneller Mittel gewöhnt. Ursache des späten Heiratens hinwiederum seien die allgemeine Wehrpflicht und die Hindernisse, die durch die bürgerliche Gesetzgebung der rechtzeitigen Eheschließung in den Weg gelegt werden.

Tomor tritt daher für eine radikale Änderung des Systems der militärischen Dienstpflicht ein, er meint, man könne vielleicht statt 2 Jahrgänge 2 Jahre lang 24 Jahrgänge alljährlich einen Monat Militärdienst tun lassen (also etwa das, was man als Milizsystem bezeichnet). Er verlangt ferner den Fortfall der Qualifikationsgesetze, die den eine höhere Laufbahn Einschlagenden heute das Heiraten erst in vorgeschrittenem Lebensalter ermöglichen, und er fordert schließlich die Festsetzung einer niedrigeren Altersgrenze für die Eheschließung, die durch die bürgerliche Gesetzgebung in Deutschland an das 21., in Österreich-Ungarn an das 24. Lebensjahr geknüpft ist.

Die ungünstige Einwirkung der genannten Faktoren auf das Heiratsalter soll nicht geleugnet werden, aber einmal überschätzt der Verfasser das Maß dieser Wirkung, vor allem überschätzt er aber die Einwirkung der Spätheirat auf die Geburtenabnahme. Man vergleiche z. B. die niedrigen Geburtenziffern vor dem Kriege in einem Lande ohne Wehrpflicht und ohne Qualifikationsgesetze wie England mit den großen Geburtenziffern eines Wehrpflichtlandes wie Rußland. Daß hohe Eheschließungsziffern mit niedrigen Geburtenziffern zusammenfallen können, beweist das Beispiel der New Englandstaaten. Der Geburtenabnahme — die in Deutschland mit dem Jahre 1876 einsetzt — läuft auch nirgends eine Heraufsetzung des Heiratsalters parallel. Sie ist auch nicht durch eine Abnahme der natürlichen Fruchtbarkeit verursacht, die heute nicht geringer ist als vor 40 Jahren, sie ist also *kein* biologisches Phänomen, sie ist verursacht vielmehr durch das zunehmende Streben der Menschen nach Kleinhaltung der Familien. Darum würden auch die vom Verfasser vorgeschlagenen Gesetzesänderungen, selbst wenn sie im Stande wären, das Heiratsalter herabzudrücken, das Sinken der Geburtenziffern nicht aufhalten können. Es ist eben letzten Endes doch die gesamte soziale Konstellation, die ganze Gestaltung der äußeren Lebensbedingungen, was die Menschen zu einer bewußten, absichtlich gewollten Geburtenbeschränkung treibt; und nur eine völlige Umwälzung unserer heutigen städtischen Kultur könnte hierin Abhilfe schaffen. Wie bei allen Wesen wird auch beim Menschen die Zahl der Geburten einmal durch die angeborene Fruchtbarkeit, dann aber durch die Einwirkung der äußeren Lebensfaktoren be-

einflußt; aber der Mensch gestaltet nicht nur diese Faktoren zum großen Teil selbst, indem er ein bestimmtes politisches, soziales und ökonomisches Milieu schafft, sondern er kann auch, wenn das so geschaffene Milieu der Aufzucht von Nachkommenschaft ungünstig ist, seine Fruchtbarkeit freiwillig einschränken. Es ist daher auch *kein* Fehler, wenn fast alle Autoren, die sich mit bevölkerungspolitischen Problemen befassen, die Ursachen des Geburtenabfalls und die Mittel dagegen auf sozialem und ökonomischem Gebiet suchen.

Kann man so dem Autor in dem Endergebnis seines Buches auch nicht beipflichten, so entwickelt er doch in vielen Einzelpunkten seiner Ausführungen sehr gesunde Ansichten. So wendet er sich mit Recht gegen die heute von vielen Seiten, besonders von den Rassehygienikern erhobene Forderung, die Eheschließenden sollten staatlich gezwungen sein, ein Gesundheitszeugnis beizubringen, eine Forderung, durch die namentlich die Einschleppung venerischer Krankheiten in die Ehe verhütet werden soll. Gerade vom rassehygienischen Standpunkt ist aber die — zudem meist heilbare — Infektion *einer* Frau lange nicht so schädlich wie die durch die Ausschließung der Geschlechtskranken von der Ehe mit Notwendigkeit verursachte Massenverschleppung dieser Krankheiten durch den wilden Geschlechtsverkehr. Eheverbote, ja schon der Zwang für Ehekandidaten, ein Gesundheitszeugnis beizubringen, würden auf der einen Seite nur ein neues mächtiges Ehehindernis abgeben, auf der anderen Seite die Verbreitung der venerischen Krankheiten in der Gesamtbevölkerung in hohem Grade fördern.

A. Blaschko, Berlin.

Rosenthal, Josef, Röntgentechnik. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1918. 442 S., 97 Abbildgn. im Text und 1 photographische Tafel. Preis M. 9,—.

Die Röntgentechnik hat einen so großen Umfang erlangt, daß sich die Autoren der „Röntgenlehre“, Rieder und Rosenthal, entschlossen, ihr einen besonderen Band zu widmen. Dieser liegt nunmehr aus der Feder des bekannten Ingenieurs Rosenthal aus München vor. Das Buch bringt alles Wesentliche aus der Apparate-Technik, während die ärztliche Methodik nur insoweit berührt wird, als sie zum Verständnis des Zweckes der Apparate benötigt wird. Eine Ausnahme bildet die Fremdkörperbestimmung, über die Grashey (München) ein besonders für die Kriegszeit äußerst praktisches Kapitel einfließt. Man muß es Rosenthal zum Verdienst anrechnen, daß er sich nicht auf die Darstellung der Apparate beschränkt, die die von ihm geleitete Firma empfiehlt, wenn er sie naturgemäß auch in den Vordergrund rückt. Selbst einer Reihe Schöpfungen, die sich nicht in die Praxis einführen konnten, aber unser Interesse verdienen, wird mit Recht gedacht, wie der Kondensator-, Stromschließer-, Hochfrequenzapparate. Aus dem reichlichen vor dem Leser ausgebreiteten Material sei besonders erwähnt: Induktorium, Einzelschlagapparate, Bedeutung der Momentaufnahmen, Vor- und Nachteile der Hochspannungsgleichrichter, die gasarmen oder Glühkathodenröhren (Lilienfeld, Coolidge), Röntgenkinematograph und -kymograph (der die Herzbewegung zum Ausdruck bringt), die Härtemessung. Bei der Vielheit der Gebiete konnte manches Wichtige nur gestreift werden. Im allgemeinen bildet aber gerade die Kürze der Darstellung einen Vorzug, der eine schnelle Orientierung selbst öfter über die historische Entwicklung ermöglicht. Ich habe nur unwesentliche Fehler bemerkt, so z. B., daß Verfasser den Orthodiagraphen von Reiniger,

Gebbert und Schall auch Herrn Grunmach zuschreibt. Vortreffliche Abbildungen und Skizzen erleichtern das Verständnis.

Levy-Dorn, Berlin.

Frickhinger, Hans Walter, Die Mehlmotte. Schilderung ihrer Lebensweise und ihrer Bekämpfung mit besonderer Berücksichtigung der Cyanwasserstoffdurchgasung. München, Verlag Natur und Kultur. 63 S. und 16 Abbild. Preis M. 2.—.

Die vorliegende Schrift beschäftigt sich mit einem der gefährlichsten Feinde unsres Brotgetreides, der Mehlmotte, die seit ihrer Einschleppung in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre sich rasch durch ganz Deutschland verbreitet hat und heute wohl kaum in einer deutschen Mühle gänzlich fehlt. Die Larve des unscheinbaren Kleinschmetterlings lebt im Mehl und ernährt sich davon. Noch größeren Schaden richtet sie dadurch an, daß sie die Vorräte, die sie bewohnt, mit ihren Gespinsten verfilzt und sie dadurch unansehnlich und ungeeignet für den Genuß durch den Menschen macht. Diese Gespinste sind so dicht und zäh, daß sie dort, wo der Schädling in größeren Massen auftritt, die Rohre für das Mahlgut, die Transportschnecken und Teile der Walzenstühle verstopfen und dadurch den Mühlenbesitzer zwingen, die Mühle für einige Tage still zu legen und alle maschinellen Einrichtungen zu reinigen. In anziehender, populärer Form gibt *Frickhinger*, gestützt auf Literaturstudien und eigene Beobachtungen, ein anschauliches Bild von der Lebensweise der Mehlmotte. In einem weiteren Abschnitt beschäftigt er sich mit der Bekämpfung des Schädlings, und zwar zuerst mit den bisherigen Methoden und dann besonders eingehend mit dem vor etwa einem Jahr neu eingeführten Blausäureverfahren, das alle andern an Zuverlässigkeit und Bequemlichkeit der Ausführung, die allerdings durch geschultes Personal erfolgen muß, weit übertrifft. Die Einführung dieses Verfahrens in Deutschland verdanken wir *R. Heymons*, dem durch seine entomologischen Forschungen weiteren Kreisen bekannten Zoologen der Berliner Landwirtschaftlichen Hochschule. Auf Anregung von *Heymons* unternahm die Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt in Frankfurt a. M. die ersten Versuche zur Bekämpfung der Mühlenschädlinge in Deutschland mittels Cyanwasserstoff. Die etwas abweichende Darstellung, die *Frickhinger* von der Einführung des Verfahrens gibt, beruht auf einem Irrtum. Der letzte Teil der Schrift behandelt die Ausführung der Mühledurchgasungen und ihre Organisation durch den Technischen Ausschuß für Schädlingsbekämpfung, eine Einrichtung, die *Fritz Haber* weitblickend und mit großer Tatkraft geschaffen hat als dringend notwendige Zentralstelle für die gesamte Schädlingsbekämpfung durch chemische Mittel. Wenn schließlich in dem Büchlein auch noch die Organisation geschildert wird, die für die Schädlingsbekämpfung in Bayern geplant ist, so ist diesen Ausführungen gegenüber die Frage an den Verfasser berechtigt, ob er sich wirklich von der Mitwirkung so vieler Behörden bei der Vorbereitung einer Durchgasung — Bezirksamt oder Stadtmagistrat, Kreisregierung, stellvertretendes Generalkommando — ein ersprießliches Ergebnis verspricht.

Hans Soldanski, Berlin-Wilmersdorf.

Chemische Mitteilungen.

Über die volumetrische Wasserstoffbestimmung mittels aktivierter Chloratlösung macht *K. A. Hofmann*

im Anschluß an seine frühere Mitteilung (vgl. diese Zeitschrift 1916, Heft 51) interessante ergänzende Angaben. Um die Oxydation des Wasserstoffs durch den Chloratsauerstoff zu beschleunigen, genügt es nicht, das Oxydationspotential des Chlorats durch Zusatz von Osmiumtetroxyd zu erhöhen, man muß vielmehr auf den Wasserstoff selbst in die elektromotorisch wirksame Form überführen. Dies wäre am einfachsten durch Zusatz fein verteilten Palladiums zu erreichen, doch wird dieses durch die Chloratlösung oxydiert und so seiner aktivierenden Wirkung beraubt. Diese Oxydation des Palladiums wird jedoch verzögert oder ganz ausgeschaltet, wenn man geglühtes Palladium anwendet, und zwar verläuft die Oxydation des Wasserstoffs am raschesten, wenn man fein verteiltes Palladiumoxyd zusammen mit dichtem Palladiummetall in Form von glühend palladinierten Tonröhren verwendet. Um auch in wasserstoffarmen Gasgemischen eine rasche Oxydation zu erzielen, erwies es sich nun als am zweckmäßigsten, die tönernen Kontaktrohre zunächst mit einem gegen die aktivierte Chloratlösung widerstandsfähigen Platinüberzug zu versehen und auf diesem dann das Palladium niederzuschlagen. Die Füllung der Gaspipette erfolgt somit in folgender Weise: Eine gewöhnliche Hempelpipette mit unterem Tubus wird möglichst vollständig mit glühend platinieren Tonstäben oder -röhren gefüllt, so daß diese bis an die Mündung der Gaszuführungskapillare reichen; sodann saugt man in die umgekehrt gestellte Pipette 5 ccm einer einprozentigen Palladiumchloridlösung durch die Kapillare ein und läßt diese Lösung über einer kleinen Flamme so eintrocknen, daß sich das Palladiumchlorür möglichst vollständig an den oberen Enden der Röhren und an der oberen Kuppe der Pipette ansetzt. Hierauf stellt man die Pipette wieder aufrecht und füllt eine Lösung von 35 g Natriumchlorat, 5 g Natriumbikarbonat, 0,01 g Osmiumdioxid auf 250—300 ccm Wasser ein. Schließlich leitet man wiederholt reinen Wasserstoff zu, weil die volle Wirksamkeit der Pipette erst nach Aufnahme von 200—300 ccm Wasserstoff eintritt. Die Oxydationsgeschwindigkeit soll für die ersten 10 Minuten mindestens 60—70 ccm Wasserstoff betragen; damit sie für mehr als 100 Bestimmungen erhalten bleibt, muß man das Eindringen von typischen Kontaktgiften (Schwefelwasserstoff, Phosphorwasserstoff, Ammoniak usw.) vermeiden, was bei dem normalen Gang der Gasanalyse ja auch nicht zu befürchten ist. Das Sperrwasser in der Meßbürette muß 5 bis 10 % Ätzalkali enthalten zur Aufnahme der aus der Bikarbonatlösung entwickelten Kohlensäure.

Das zu untersuchende Gas muß frei von Sauerstoff sein, weil auch dieser sich unter der Einwirkung des Platin-Palladiumkontakts mit Wasserstoff vereinigt, wodurch zu hohe Werte für den Wasserstoff gefunden würden. Die angeführten Beleganalysen zeigen, daß die neue Methode eine recht genaue und rasche Bestimmung von Wasserstoff in Gemischen mit Stickstoff, Methan und Kohlensäure ermöglicht und daß die Füllung der Pipette für eine große Zahl von Analysen ausreicht, ohne an Wirksamkeit zu verlieren. Nur nach längerem Nichtgebrauch ist die Oxydationsgeschwindigkeit verringert, da sich während der Ruhezeit der Palladiumkontakt mit einer Oxydschicht überzieht, doch läßt sich diese rasch beseitigen, wenn man die Pipette vor der Analyse einige Zeit mit reinem Wasserstoff füllt. Methan stört auch bei sehr hoher Konzentration nicht, da es weder selbst angegriffen wird, noch die Geschwindigkeit der Wasserstoffoxydation beein-

fließt. Dagegen nimmt die Analyse von hochprozentigem Wasserstoff (Ballongas) längere Zeit in Anspruch, da die letzten Reste des Wasserstoffs nur langsam oxydiert werden. Dies kommt daher, daß die wirk-same Oberfläche der Tonröhren durch das Ansteigen der Chloratlösung mehr und mehr verkleinert wird. Dieser Mangel läßt sich indessen beheben, indem man entweder dem Wasserstoff 40—50 % Kohlendioxyd be-mischt und dieses nachträglich wieder durch Kalilauge absorbiert, oder indem man die Glaswand der Pipette auch an der obersten Kuppe mit Palladium überzieht. In letzterem Falle dauert die Oxydation von 99-prozentigem Wasserstoff immerhin auch noch 30—40 Mi-nuten, doch bietet die neue Methode dafür den Vor-teil, daß das Gas nicht mit Luft verdünnt zu wer-den braucht, wodurch schließlich das Methan mit grö-ßerer Genauigkeit bestimmt werden kann. Sehr emp-findlich ist aber die Chloratpipette gegenüber Kohlen-oxyd, das schon in einer Menge von nur 0,2 % die Geschwindigkeit der Wasserstoffoxydation außer-ordentlich verlangsamt. Da nun bekanntlich weder durch salzsaure noch durch ammoniakalische Kupfer-chlorürlösung eine quantitative Absorption des Kohlen-oxys erzielt wird, ist es erforderlich, die letzten Reste des Kohlenoxys durch besondere Maßnahmen zu en-ternen. Hierzu benutzt Verfasser eine Quecksilber-chromatpipette, die schon bei gewöhnlicher Temperatur in 10 Minuten 15—20 cem Kohlenoxyd zu oxydieren vermag. Das Methan wird von dem Quecksilberchromat nicht angegriffen, wohl aber erfährt der Wasserstoff eine teilweise Oxydation. Aus diesem Grunde wird die Gasanalyse in der Weise ausgeführt, daß nach der üb-lichen Absorption des Kohlendioxyds, des Sauerstoffs und der schweren Kohlenwasserstoffe das verbleibende Gas zunächst in einer Kupferchlorürpipette vom Haupt-teile des Kohlenoxys befreit wird, worauf es 30 bis 45 Minuten lang in die Quecksilberchromatpipette ein-gefüllt wird, wo die letzten Reste des Kohlenoxys (Verfasser nimmt diese zu 0,2 % konstant an) sowie ein Teil des Wasserstoffs absorbiert werden, während der Rest des Wasserstoffs in der Chloratpipette oxydiert wird. Die Kontraktion, die das Gas in diesen beiden Pipetten erfährt, stellt nach Abzug von 0,2 % für Kohlenoxyd den Wasserstoffgehalt dar. Schließlich wird in dem Gasrest noch das Methan in der üblichen Weise durch Verbrennung bestimmt. (Ber. Dt. Chem. Ges. Bd. 49, S. 1650—1662.)

Einen interessanten Beitrag zur Kenntnis der Kon-takthefeststellen die Untersuchungen von K. A. Hofmann und H. Schibsted dar über die Hemmung der katalyti-schen Wasserstoffoxydation durch die Gegenwart von Kohlenoxyd. In einer früheren Arbeit hatte Hofmann gefunden, daß Wasserstoff durch aktivierte Chlorat-lösung vollständig zu Wasser oxydiert wird, und zwar in so kurzer Zeit, daß diese Reaktion zur gasanalytischen Bestimmung von Wasserstoff verwendbar ist. Es hat sich aber gezeigt, daß diese Oxydation des Wasserstoffs bei Gegenwart von Kohlenoxyd sehr erheblich verlangsamt wird; selbst wenn nur 0,2 % Kohlenoxyd dem Gase be-gemengt sind, wird die Wirksamkeit der aktivierten Chloratlösung stark herabgesetzt. Dies ist um so be-merkenswerter, weil auch reines Kohlenoxyd in der Chloratpipette, wenn auch nur langsam, oxydiert wird. Diese Empfindlichkeit der Chloratpipette gegenüber Kohlenoxyd ermöglicht es geradezu, sie als ein Mittel zum Nachweis und zur Bestimmung kleinster Mengen Kohlenoxyd zu benutzen, wie die Verfasser an einer Reihe von Kurvenbildern näher erläutern. So konnte

auf diese Weise erneut die jedem Gasanalytiker be-kannte Feststellung gemacht werden, daß Kohlenoxyd durch Kupferchlorürlösung nur unvollständig absor-biert wird. Es handelt sich bei dieser Oxydations-hemmung zweifellos um eine Vergiftung des Platin-Palladiumkontaktes durch das Kohlenoxyd, wie Bredig dies schon vor einer Reihe von Jahren bei den Platin-metallen nachgewiesen hat. Indessen ist die Vergif-tung des Kontaktes im vorliegenden Falle nur eine vorübergehende, denn nach etwa einer halben Stunde zeigt die Chloratpipette, wenn der Kontakt während dieser Zeit von der Chloratlösung bedeckt war, wieder ihr normales Oxydationsvermögen. Weitere Versuche zeigten, daß das Kohlenoxyd nur sehr unvollkommen an dem Platin-Palladiumkontakt der Chloratpipette ad-sorbiert wird und daß selbst bei einem Gehalt des Gases von nur 0,2 % Kohlenoxyd noch wesentliche Mengen davon in dem Gasraum bei dem Wasserstoff verbleiben, so daß auch bei Überführung des Gases in eine zweite Chloratpipette noch eine deutliche Verzöge-rung der Wasserstoffoxydation wahrnehmbar ist. Die Hemmung der Oxydation durch das Kohlenoxyd be-steht nach Ansicht der Verfasser nun nicht darin, daß das Kohlenoxyd viel leichter als Wasserstoff von dem Platin-Palladiumkontakt aufgenommen wird, son-dern es hemmt in spezifisch chemischer Weise den Oxy-dationsprozeß des aufgenommenen Wasserstoffs durch die aktivierte Chloratlösung, d. h. es reguliert auf dem Kontakt die sonst sehr große Oxydationsgeschwindig-keit des neben ihm auf dem Kontakt adsorbierten Wasserstoffs nach Maßgabe seiner eigenen, sehr ge-ringen Oxydationsgeschwindigkeit. Durch Zusatz von gasförmigem Sauerstoff wird die hemmende Wirkung des Kohlenoxys vermindert, wie nach dem Massen-wirkungsgesetz zu erwarten ist. (Berichte Dt. Chem. Ges., Bd. 49, S. 1663—1669.)

Über die Zerstörung von Beton durch Gaswasser macht Dr. E. Ott bemerkenswerte Mitteilungen. Ein Gaswasserbehälter aus armiertem Beton, der längere Zeit dicht geblieben war, begann plötzlich zu rinnen und zugleich zeigten sich an den undichten Stellen schwach alkalisch reagierende Auswitterungen. Diese enthielten neben viel Calciumthiosulfat und Calcium-rhodanat in geringer Menge auch die entsprechenden Ammoniumsalze, dagegen weder Schwefelwasserstoff-salze noch schwefelsaure oder salzsaure Salze. Aus diesem Befund ergibt sich, daß das ursprünglich im Gaswasser vorhandene Schwefelammonium im vorlie-genden Falle bereits durch den Luftsauerstoff so weit-gehend oxydiert worden ist, daß kein Schwefelwasser-stoff mehr nachweisbar war. Zugleich waren durch Einwirkung des im Beton enthaltenen Ätzkalks die Ammoniumsalze in Calciumsalze verwandelt worden unter gleichzeitiger Abgabe von freiem Ammoniak. Diese Umsetzungen bewirkten die Korrosion des Be-hälters, wobei auch die Eiseneinlagen in Mitleiden-schaft gezogen wurden. Derartige Angriffe des Mauer-werks können zwar durch gute Anstriche mit Teer, Nigrit, Inertol oder Preolit eingeschränkt, aber kaum gänzlich verhütet werden, weshalb Bleiüberzüge, die etwa nach dem Spritzverfahren von Schoop auf Beton, Mauerwerk oder Holz aufgetragen werden können, vor-zuziehen sind. Am widerstandsfähigsten sind Eisen-behälter, die aber vor dem inneren Anrosten durch Verdrängung der Luft mittels Rauchgasen oder Leucht-gas geschützt werden müssen. Auch verzinkte Be-hälter sind nicht verwendbar, da das Zink von dem Schwefelammonium unter Wasserstoffentwicklung auf-

gelöst wird, wobei infolge der Wasserstoffentwicklung ein Zerplatzen geschlossener Behälter vorkommen kann. (Chemiker-Ztg. 1917, S. 161.)

A. Sander, Darmstadt.

Astronomische Mitteilungen.

Die Brownschen Mondtafeln. In den Beiblättern zu den Annalen der Physik 1918, Bd. 42, Heft 10 findet sich eine Besprechung eines von *E. W. Brown* auf der Versammlung der British Association for the Advancement of Science im Jahre 1914 über seine neue Mondtheorie und Mondtafeln gehaltenen Vortrages. Nach einer kurzen Erwähnung der älteren, vorhergehenden Theorien kommt der Vortragende auf seine eigene zu sprechen, die im wesentlichen eine Erweiterung der berühmten Hillschen Theorie ist. Diese besteht im Prinzip darin, nicht nur die Exzentrizität der Erdbahn und die sogenannten parallaktischen Glieder, sondern in erster Näherung auch Exzentrizität und Neigung der Mondbahn zu vernachlässigen. Die so erhaltene Mondbahn kommt der wirklichen schon bedeutend nahe und führt zur Kenntnis einer sehr wichtigen Störung, der sogenannten Variation. Durch Integration der aus dieser periodischen Lösung entspringenden Variationsgleichungen erhält *Hill* in einer zweiten Annäherung die Bewegung von Perigäum und Knoten der Mondbahn. Auf dieser theoretischen Grundlage schritt *Brown* zur Konstruktion neuer Mondtafeln. In bezug auf ihre Genauigkeit ist zu bemerken, daß die bisher gebrauchten Tafeln von *Hansen* ungefähr 300 Glieder in 100 Tafeln enthalten, während die Brownschen deren 1000 auf 120 Tafeln bringen. Da die Mondbeobachtungen zu den genauesten, aber vom Standpunkt der praktischen Astronomie auch schwierigsten zu zählen sind, ist die Mondtheorie der beste Prüfstein für das Hauptziel der Himmelsmechanik, der Kritik des Newtonschen Gravitationsgesetzes. Die Prüfung der neuen Theorie geschieht niemals durch Vergleich mit einzelnen Beobachtungen, sondern immer nur mit Mittelwerten, bei älteren sogar durch Vermittlung der Hansenschen und Newcombschen Theorie. Besser als die Newcombschen Vergleichen auf Grund der historischen Angaben über Finsternisse sind die aus Sternbedeckungen und den seit 1750 durchgeführten Greenwicher Meridianbeobachtungen gewonnenen Vergleiche zwischen Erfahrung und Theorie. Ausgezeichnete Übereinstimmung herrscht bei den neuesten scharfen Beobachtungen der letzten 60 Jahre, hauptsächlich, was Exzentrizität, Neigung, Bewegung von Perigäum und Knoten betrifft. *Brown* findet aus den beiden letzteren Größen eine Erdabplattung von $\frac{1}{293.7}$ und schlägt daher eine Änderung des im Jahre 1911 auf dem internationalen Astronomenkongresse angenommenen Wertes $\frac{1}{297}$ vor, indem er seine Anregung durch Anführung der von *Crommelin* aus Vergleichung zwischen theoretischer und beobachteter Parallaxe erhaltenen Abplattung von $\frac{1}{294.4}$ und des aus geodätischen Messungen folgenden Clarkeschen Wertes ($\frac{1}{293.5}$) unterstützt. In der Bewegung der Mondlänge, deren säkularen Teil *Brown* mangels genügend genauer historischer Beobachtungen nicht weiter untersucht, zeigen sich, wenigstens was die neueren Beobachtungen betrifft, zwei Fluktuationen, die eine mit einer Amplitude von $15''$ und einer Periode von 270 Jahren, die andere mit einer

Periode von ungefähr 60—70 Jahren, wofür bis jetzt noch keine alle Zweifel behebende Erklärung vorliegt.

Über die Ausbreitung einer ebenen Lichtwelle in einem Medium mit kontinuierlich veränderlichem Brechungsindex. Unter diesem Titel veröffentlicht *A. Haußmann* in den Astron. Nachr. 207, 97 eine Abhandlung, worin gezeigt wird, daß nach der Maxwell'schen Theorie eine derartige Welle beim Durchgang durch eine inhomogene Schicht eine reflektierte Welle besitzt. Das Verhältnis zwischen den Intensitäten der zurückgeworfenen und auffallenden Welle ist aber für unsere Erdatmosphäre von der Ordnung 10^{-31} , also physikalisch nicht nachweisbar, womit das von *Harzer* und *Seeliger* erhaltene negative Resultat bestätigt wird. Man findet, daß es in erster Annäherung bei der Berechnung der reflektierten Intensität hauptsächlich auf die Änderung des Brechungsindex in der Nähe der Erdoberfläche ankommt, die durch Messungen bekannt ist, während das Verhalten dieser Funktion in größeren Höhen dafür belanglos ist. Selbstverständlich wird die Atmosphäre als isotropes, völlig durchsichtiges und reines Mittel vorausgesetzt, durch Rauch- und Staubeilchen, Wassertropfen, Unstetigkeiten in der Beschaffenheit der Luftschichten bewirkte Änderungen werden nicht berücksichtigt.

Photographische Messung der Lichtverteilung im mittleren Gebiete des kugelförmigen Sternhaufens Messier 3. Die Stern- und Lichtverteilung in den Sternhaufen wurde bis jetzt durch Abzählung der betreffenden Sterne auf der photographischen Platte bestimmt. Während diese Methode in den mittleren Abständen vom Haufenzentrum ziemlich sichere Resultate liefert, kann sie in den äußeren und zentralen Partien leicht zu Fälschungen Anlaß geben. In den Randgebieten ist nämlich die Trennung der Haufensterne von den Sternen des Vordergrundes ziemlich schwierig, wenn es nicht gelingt, in der Sterndichte der Umgebung des Haufens, den Eigenbewegungen, der Veränderlichkeit oder Farbe der Sterne Merkmale zu finden, welche die Haufensterne von den übrigen zu sondern gestatten. In den der Mitte benachbarten Teilen des Haufens kann die durch die einzelnen nicht sichtbaren Sterne erfolgte Schleierbildung auf der Platte bewirken, daß verschiedene an der Grenze der Sichtbarkeit stehende Sterne wahrnehmbar werden (Phänomen der Vorbelichtung), während in den ganz zentralen Partien einerseits die Schleierbildung schon so stark auftritt, daß schwächere Sterne darin verschwinden, andererseits die Sternscheibchen übereinander greifen. Auch können sich bei ungeeigneter Entwicklung störende Einflüsse geltend machen, weswegen *Hertzprung* (Astron. Nachr. 207, 89) für die mittleren Gebiete eines kugelförmigen Sternhaufens statt der direkten Abzählung die Messungen des integrierten Lichtes vorschlägt. Eine in dieser Hinsicht behandelte Aufnahme des kugelförmigen Sternhaufens Messier 3 lieferte sehr schöne Ergebnisse, die sich aus dem Vergleich der erhaltenen Zahlen mit den durch *v. Zeipel* an demselben Objekt vorgenommenen direkten Abzählungen ersehen läßt. Als photographische Größenklasse des Gesamthaufens ergab sich $7^m 17$. Aus der Annahme einer Parallaxe von $0.0001''$ folgt das interessante Resultat, daß die Lichtintensität pro Volumseinheit im zentralen Teil dieses Haufens 10^5 mal größer ist als in der nächsten Umgebung der Sonne.

J. Lense, Wien.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 41.

11. Oktober 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Nova Aquilae 3 und andere Neue Sterne. Von
Prof. Dr. P. Guthnick, Berlin-Babelsberg S. 593.
Haareis auf morschem Holz. Von *Prof. Dr. Alfred
Wegener, Marburg a. L.* S. 593.

Besprechungen:

Kronenberg, M., Kant. Von *Artur Buchenau,
Berlin-Charlottenburg.* S. 601.
Révész, Béla, Geschichte des Seelenbegriffs und
der Seelenlokalisation. Von *E. v. Aster, Mün-
chen.* S. 602.

Gruhle, Hans W., Psychiatrie für Ärzte. Von
H. Liepmann, Berlin. S. 602.

Haecker, V., Die Erblichkeit im Mannesstamm
und der vaterrechtliche Familienbegriff. Von
E. Hirsch, z. Zt. Berlin. S. 602.

Ornithologische Mitteilungen:

Treffen die Zugvögel Vorbereitungen zu ihren
Reisen? Einfluß der Tagesdauer auf das Vogel-
leben. S. 604.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Kurzes Lehrbuch der physiologischen Chemie

Von

Dr. Paul Hári,

a. o. Professor der physiologischen und pathologischen Chemie an der Universität Budapest

Mit 3 Textabbildungen

Preis M. 12.—; gebunden M. 14.60

Soeben erschien:

Klinische Chemie

Von

Professor Dr. med L. Lichtwitz,

ärztlicher Direktor am Städtischen Krankenhause zu Altona

Mit 13 Textfiguren

Preis M. 14.—; gebunden M. 16.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 34.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 15 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Physiologische Anleitung zu einer zweckmäßigen Ernährung

Von

Dr. Paul Jensen,

o. ö. Professor der Physiologie und Direktor des physiologischen Instituts
der Universität Göttingen

Mit 9 Textfiguren — Preis M. 2.80

Soeben erschien:

Nährwerttafel

Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen

Graphisch dargestellt

Von

Geh. Reg.-Rat Dr. **J. König,**

ord. Prof. an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Eine Tafel in Farbendruck nebst erläuterndem Text, in Umschlag

Elfte verbesserte Auflage — Dritter Abdruck

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Arztwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

11. Oktober 1918.

Heft 41.

Nova Aquilae 3 und andere Neue Sterne.

Von Prof. Dr. P. Guthnick, Berlin-Babelsberg.

Von der im Juni dieses Jahres erschienenen Nova im Adler, der dritten in diesem Sternbild, haben wir nunmehr hinreichendes photometrisches und spektroskopisches Beobachtungsmaterial, um daraus ein vorläufiges Urteil über den Charakter dieser außergewöhnlichen Erscheinung gewinnen zu können. Die Nova gehört zu den hellsten, die bisher bekannt geworden sind. An Glanz übertraffen haben sie nur die berühmte Nova Tychoonis (B Cassiopejae) von 1572, die der Venus gleichkam und sogar am hellen Tage sichtbar war, und die Nova Ophiuchi von 1604, *Keplers Nova Serpentarii*, die Jupiter an Helligkeit übertraf, Venus jedoch nicht erreichte. Auch η Carinae (Argus), wenn man diesen Stern der Klasse der Neuen Sterne zuzählt, was berechtigt sein dürfte, übertraf zur Zeit seines größten Glanzes, im Jahre 1843, die gegenwärtige Nova noch um ein geringes an Helligkeit. Dagegen blieb die Helligkeit der Nova Persei von 1901 ein wenig unter der von der Nova Aquilae 3 erreichten.

Die ersten Wahrnehmungen sind, wie dies gewöhnlich bei den helleren Neuen Sternen der Fall war, von vielen Seiten nahezu gleichzeitig gemacht worden. Auf der hiesigen Sternwarte bemerkte sie in der Nacht vom 8. zum 9. Juni (12^h 38^m mittlerer Zeit Greenwich) zuerst Prof. *Courvoisier*, welcher gerade mit Meridianbeobachtungen in der Gegend der Nova beschäftigt war, und von ihm wurde die Zentralstelle in Kiel zuerst benachrichtigt. Die beständigen photographischen Durchmusterungen des Himmels auf der Heidelberger Sternwarte und dem Harvard-Observatorium ermöglichen es, die frühere Geschichte des Sternes bis zum Tage des Lichtausbruches zu verfolgen. Danach war die Nova bis zum 5. Juni 1918 ein schwaches Sternchen von der photographischen Helligkeit 10^m—11^m. Die Helligkeit scheint bereits früher kleinen Schwankungen unterworfen gewesen zu sein, die gegenwärtig auf Grund der mehreren hundert vorhandenen Aufnahmen — die erste von 1888! — untersucht werden. Eine Aufnahme von *Wolf* in Heidelberg vom 5. Juni zeigt den Stern η in der normalen Helligkeit 10,5^m; auf einer Harvard-Aufnahme vom 7. Juni ist er schon 6^m und am Abend des 8. Juni erfolgte dann die Entdeckung. Die Helligkeit hatte inzwischen bereits die 2. Größe überschritten. Wie bei der Nova Persei, so wurde auch hier von mehreren Seiten eine frühere Wahrnehmung, d. h. vor dem 8. Juni, behauptet. Bis auf eine, die ich gleich besprechen

werde, stehen die als Beweise vorgebrachten Helligkeitsangaben in krassem Widerspruch mit den erwähnten photographischen Aufnahmen, so daß ein längeres Verweilen bei ihnen sich erübrigt.

Von den sonstigen, hinreichend verbürgten, unabhängigen Entdeckungen am 8. Juni lasse ich nach den Astronomischen Nachrichten eine kleine Zusammenstellung folgen, die jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann.

Entdecker	Erste Wahrnehmung Mittl. Zeit Greenwich	Helligkeit
<i>Ostrowlew</i> , Lehrer in Feodosia (Krim)	6 ^h 48 ^m	1,6
<i>Meesters</i> , Halfweg b. Amsterdam	8 8	—
<i>Leiner</i> ¹⁾ , Ingenieur in Konstanz	9 20	> 1,1
<i>Luyten</i> , Deventer	9 25	1,0
<i>Schwab</i> , Ilmenau	9 52	1,6—1,1
<i>Corlin</i> , cand. astr., Gothenburg	9 58	1
<i>Vogelenzang</i> , Hilversum . . .	10 0	1,1
<i>Lefebber</i> , Lichtenrade	10 15	2—1,2
<i>de Roy</i> , London	10 45	—
<i>Hansen</i> , Haslev, Dänemark . .	11 ?	—
<i>Röpcke</i> , Realschüler in Neubrandenburg	12 ^h	1,1
<i>Cudworth</i> , Norwood, Mass. . .	?	—

Schwab, der bekannte erfolgreiche Beobachter und Entdecker von Veränderlichen, sowie *Lefebber* stellten eine merkliche Zunahme der Helligkeit im Laufe der Nacht fest. Eine frühere Wahrnehmung des holländischen Liebhaber-Astronomen *Luyten* bedarf der näheren Betrachtung. *Luyten* bemerkte am 6. Juni bei der Anfertigung einer Zeichnung der Milchstraße in der ihm von früheren Beobachtungen her gut bekannten Gegend der Nova einen Stern 6. bis 7. Größe, der ihm fremd erschien. An der betreffenden Stelle steht nur der Stern BD+0° 4027, dem die Potsdamer photometrische Durchmusterung die Größe 6,5^m gibt, der also für ein sehr scharfes unbewaffnetes Auge an der Grenze der Sichtbarkeit ist. Dieser Stern steht der Nova so nahe, daß die beiden, selbst wenn sie von gleicher Helligkeit wären, mit freiem Auge kaum getrennt gesehen werden könnten, da sie überhaupt nur im indirekten Sehen wahrzunehmen wären. Es ist demnach wohl möglich, daß die Helligkeit der Nova bereits in der

¹⁾ Herr *Leiner* konnte infolge Bewölkung erst am folgenden Abend den wahren Charakter des Sternes endgültig feststellen. Seiner Erinnerung nach war er am Entdeckungsabend merklich schwächer als α Aquilae.

Nacht des 6. Juni groß genug war, um die Helligkeit des Sternes BD+0° 4027 merklich zu vermehren. Gesichert ist diese Annahme jedoch nicht; Luyten selbst hält eine bloße Verwechslung mit dem BD-Stern nicht für ausgeschlossen. Immerhin ist es merkwürdig, daß ein Beobachter bei der Musterung einer ihm bekannten Stelle des Himmels stutzig wurde, an der zwei Tage später eine helle Nova erschien.

In der Nacht der eigentlichen Entdeckung war die Helligkeit zuletzt sehr nahe gleich der von α Aquilae; am folgenden Tage, Juni 9, hatte sie noch um fast $1\frac{1}{2}$ Größenklassen zugenommen und betrug nach eigenen Beobachtungen $-0,1^m$ bis $-0,2^m$ in der Helligkeitsskala der Potsdamer Durchmusterung. Die beiden hellsten Sterne des Nordhimmels, Wega und Arktur, haben im gleichen System die Helligkeit $+0,38^m$ bzw. $+0,24^m$. Die Nova war also rund eine halbe Größenklasse heller

ligkeiten nach eigenen Stufenschätzungen, die durch lichtelektrische Messungen mit einer Nazelle sehr gut bestätigt werden¹⁾. Die Periode der Schwankungen beträgt sehr nahe 12 Tage; Maxima der Helligkeit fanden statt Juli 3, 15, August 8 und 20, Minima Juni 29, Juli 12, 25, August 3 oder 4 und 16. Die Zeit vom Minimum zum Maximum der Helligkeit in der periodischen Schwankung betrug 3—4 Tage, während die Abnahme vom Maximum zum Minimum 8—9 Tage beanspruchte. Die Form der Schwankungen erinnert sehr an die Lichtkurven der Veränderlichen vom δ Cephei-Typus. Ihr maximaler ganzer Umfang betrug bisher etwa 0,7 Größenklasse, was einem Helligkeitsverhältnis von rund 1 : 2 entspricht.

Sehr bemerkenswert ist folgender Umstand. Rechnet man von dem ersten Maximum Juli 3 mit der Periode 12^d rückwärts, so trifft man nach zwei

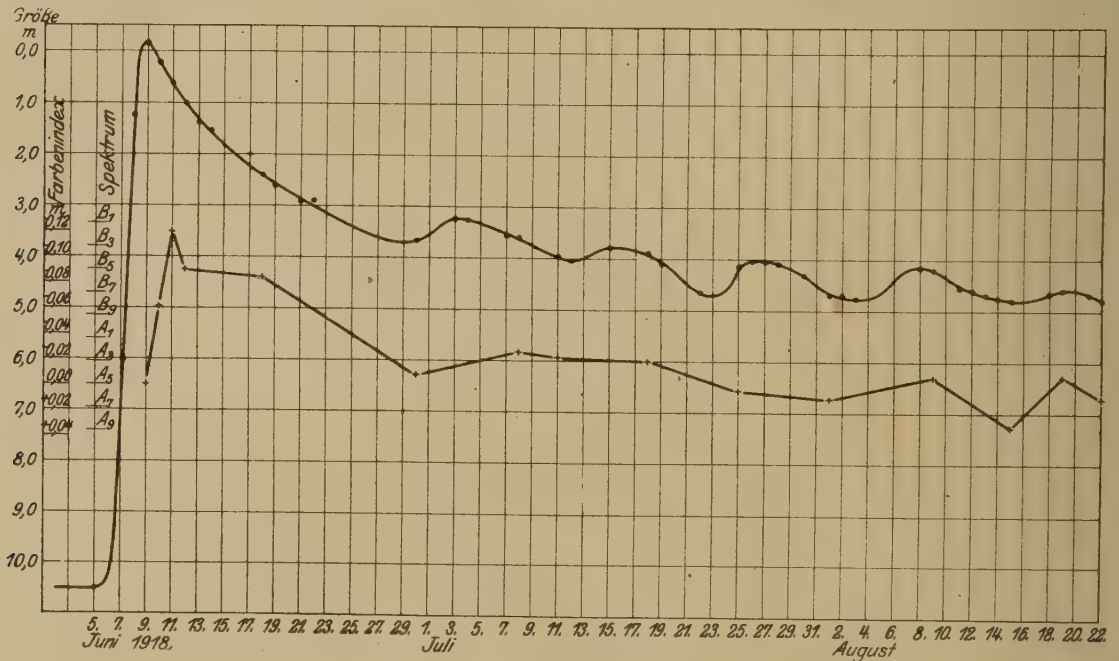


Fig. 1.

als Wega. Nach dem 9. Juni nahm die Helligkeit stetig und fast gleichmäßig ab bis zum Ende des Monats. Dann traten die bereits von früheren Neuen Sternen her bekannten *Schwankungen der Helligkeit* auf, die z. B. auch an der Nova Persei, der Nova Geminorum, der Nova Aurigae bemerkt worden waren. Diese Schwankungen zeigen auch diesmal wieder eine ausgesprochene Periodizität. Daneben geht die allgemeine Abnahme der Helligkeit weiter, so daß jedes folgende Maximum oder Minimum schwächer ist als die vorhergehenden. Die obere Kurve in der beigegeführten Abbildung stellt die Helligkeitsbewegung der Nova Aquilae von Anfang Juni bis zum 22. August dar. Die Punkte Juni 5 und 7 sind die photographischen Helligkeiten nach den Aufnahmen von Wolf und der Harvard-Sternwarte, die übrigen visuelle Hel-

Umläufen auf Juni 9, den Tag der größten Lichtentwicklung, und die Zunahme von der ursprünglichen Helligkeit $10,5^m$ bis zum absoluten Maximum dauerte ebenfalls 3—4 Tage. Das Maximum am 21. Juni scheint nach den bisher vorliegenden Beobachtungen entweder nicht stattgefunden zu haben oder nur sehr schwach ausgeprägt gewesen zu sein. Sieht man die Beobachtungen der früheren Neuen Sterne, soweit sie vollständig genug sind, daraufhin durch, so findet man ein ganz ähnliches Verhalten bei der Nova Geminorum von 1912, bei der die Periode anfangs rund 10 Tage betrug und die periodischen Schwankungen sofort nach dem Hauptmaximum einsetzten. Die Nova

¹⁾ Diese Beobachtungen werden nebst den spektroskopischen später ausführlich in den Astron. Nachrichten mitgeteilt werden.

Aurigae von 1892 zeigte Schwankungen von durchschnittlich 8tägiger Periode, die aber verhältnismäßig spät begannen, so daß die Zurückrechnung bis zum Hauptmaximum unsicher wird. Immerhin kommt man auch hier noch dem Hauptmaximum auf 1—2 Tage nahe. Die Nova Persei von 1901 zeigte sehr starke und schnelle Schwankungen von mehr als einer Größenklasse mit anfangs 4,6tägiger Periode, die erst 3—4 Wochen nach der größten Helligkeit einsetzen. Auch hier kommt man zurückrechnend nahe auf den Zeitpunkt der größten Lichtentwicklung. Nach den vorhandenen Aufnahmen der Nova Persei vor ihrem Aufleuchten hat der Emporstieg der Helligkeit von ihrem ursprünglichen Wert bis zum Maximum höchstens 3, wahrscheinlich aber nicht viel mehr als 2 Tage gedauert. Der Anstieg vom Minimum zum Maximum in der periodischen Schwankung betrug 2 Tage oder etwas mehr. Die Verhältnisse bei der Nova Persei, deren zusammenfassende Bearbeitung noch aussteht, bedürfen teilweise noch der Aufklärung. Die Zeit der größten Helligkeit ist Februar 23; Februar 20 war die Helligkeit noch unter 12^m. Der Verlauf der beiden ersten deutlichen Wellen ist aus den vorliegenden Beobachtungen ohne eingehende Untersuchung sämtlicher Beobachtungsreihen nicht klar zu erkennen. Das erste völlig gesicherte Maximum in der kurzen Schwankung fand März 27 statt. In der vorhergehenden Welle scheint eine Aufhellung während des Minimums stattgefunden zu haben, die aber die Höhe der einschließenden Maxima nicht erreichte. Vorher gingen die beiden anscheinend gesicherten Maxima März 21—22 und März 17, die der 4,6tägigen Periode sich gut anschließen. Vor März 17 sind die Schwankungen verschwindend gering. Von Ende April ab scheint die Periode etwas länger geworden zu sein; sie betrug bis Ende Mai im Durchschnitt etwa 4,8 Tage.

Nach und nach werden diese Schwankungen unregelmäßiger und kleiner und verschwinden schließlich ganz.

Interessant ist bei der Nova Aquilae auch das Verhalten des *Farbenindex*, d. h. des in Größenklassen ausgedrückten Unterschiedes zwischen photographischer und visueller Helligkeit, oder allgemein zwischen der Intensität zweier verschiedener Spektralgebiete, der durch lichtelektrische Messungen mittels eines Gelbfilters sehr genau bestimmt werden kann. Seine Abhängigkeit vom Spektraltypus oder, was dasselbe ist, von der effektiven Temperatur, ist für gewöhnliche Sterne als bekannt anzusehen, so daß man vom Farbenindex auf das Spektrum bzw. auf die effektive Temperatur und umgekehrt schließen kann. Da das Spektrum der Nova sehr abnorm ist, so kann nicht ohne weiteres die strenge Gültigkeit der Beziehung zwischen Farbenindex, Spektraltypus und effektiver Temperatur auch für sie angenommen werden. Trotzdem wird das Verhalten des Farbenindex lehrreich sein. Übri-

gens stimmt der Farbenindex mit dem aus dem Charakter gewisser Absorptionslinien des Nova-spektrums geschätzten Spektraltypus befriedigend überein. Nimmt man einmal an, daß die erwähnten Beziehungen auch für die Nova gelten, so würde aus den Farbenindexbestimmungen folgen, daß die Energieverteilung des kontinuierlichen Spektrums am 9. Juni der eines Sternes vom vorgeschrittenen ersten Spektraltypus (etwa α Aquilae, Spektrum A5) entsprach und bis zum 11. Juni allmählich sich der Energieverteilung der mittleren bis frühen Heliumsterne (Spektrum B, Vorstufe vor dem ersten Spektraltypus, hei- ßeste Sterne) näherte, daß m. a. W. die *Temperatur nach Erreichung der Maximalhelligkeit zunächst noch weiter merklich zunahm*. Erst von Mitte Juni ab, nachdem die Helligkeit bereits um 3 Größenklassen gesunken war, begann der Farbenindex einem merklich späteren Spektraltypus zu entsprechen. Die periodischen Helligkeitsschwankungen sind, wie aus der Abbildung, untere Kurve, ersichtlich ist, in den Farbenindices ebenfalls deutlich ausgeprägt, indem den Maxima der Helligkeit frühe, den Minima vorgeschrittene Farbenindices entsprechen¹⁾. Zuletzt war der Farbenindex im Mittel wieder ungefähr gleich dem von α Aquilae oder bereits um ein geringes positiver. Die sehr bald eintretende starke Rotfärbung der Nova rührt nicht, wie bei gewöhnlichen roten Sternen des III. oder IV. Spektraltypus von der Art der Energieverteilung im kontinuierlichen Spektrum, sondern von der überaus hellen roten Emissionslinie des Wasserstoffs her, deren Intensität viel langsamer abnimmt als die des kontinuierlichen Spektrums. Der Umfang der periodischen Helligkeitsschwankungen ist mit fortschreitendem Farbenindex im lichtelektrischen (violetten) Spektralgebiet im Verhältnis zu dem im visuellen Spektralgebiet größer geworden. Anfangs war er in beiden Spektralgebieten nahezu gleich groß, jetzt im August ist er im lichtelektrischen Gebiet 2—3 mal größer als im visuellen.

Die *Abnahme der effektiven Temperatur*, die der aus den Farbenindexbeobachtungen abgeleiteten Änderung des Spektraltypus entspricht, würde unter Zugrundelegung der spektralphotometrischen Untersuchungen an 109 helleren Sternen von *Wilsing* und *Scheiner* von rund 13 000° abs. bis 8000° gehen²⁾. Betrachtet man nur die Helligkeitsabnahme zwischen Juni 11 und August 22, so betrug die Abnahme der visuellen Hellig-

¹⁾ Die Ordinaten der Farbenindexkurve sind die Unterschiede der Farbenindices der Nova gegen den von α Aquilae in einer willkürlichen Skala, die von dem benutzten Gelbfiler abhängt. Hier entspricht einer Änderung von einer Spektralklasse eine Änderung von 0,09^m des Farbenindex.

²⁾ Es ist dabei die vermutete, in ihrer Ursache noch nicht geklärte Umkehr der Spektrum-Farbenindex-Temperatur-Kurve in der Mitte der Gruppe der Heliumsterne nicht berücksichtigt, sondern angenommen, daß die Farbenindices und effektiven Temperaturen auch für die frühesten Spektralstufen bis B0 gleichmäßig fortschreiten.

keit rund 4,2 Größenklassen, die der lichtelektrischen sehr nahe ebensoviel, was einem Intensitätsverhältnis von 1 : 0,021 oder 48 : 1 entspricht. Die Abnahme der Helligkeit der Nova war bedeutend größer als die Abnahme der Helligkeit des schwarzen Strahlers innerhalb derselben Temperaturgrenzen, wie man aus der folgenden, mittels der Planckschen Gleichung mit $c_2 = 14\,200$ berechneten Tabelle ersieht, die die Strahlung eines schwarzen Körpers für die Wellenlänge λ und die absolute Temperatur T in einer willkürlichen Einheit gibt.

λ T	0,33 μ	0,35 μ	0,37 μ	0,40 μ	0,43 μ	0,46 μ	0,50 μ	0,54 μ	0,58 μ	0,62 μ	0,66 μ
8 000 ⁰	1,18	1,20	1,20	1,17	1,11	1,05	0,95	0,85	0,75	0,66	0,58
10 000	3,50	3,35	3,18	2,89	2,60	2,32	1,99	1,69	1,44	1,23	1,05
12 000	7,28	6,68	6,14	5,35	4,64	4,01	3,31	2,74	2,28	1,90	1,60
14 000	12,39	11,11	9,94	8,40	7,10	6,02	4,85	3,93	3,21	2,64	2,19
16 000	18,62	16,37	14,41	11,92	9,89	8,25	6,53	5,22	4,21	3,43	2,81
20 000	33,63	28,83	24,80	19,93	16,15	13,19	10,20	8,00	6,34	5,09	4,13

Die Ursache kann eine mehrfache sein: starke physikalische Verschiedenheit der Nova und des schwarzen Strahlers, Zunahme der Absorption in dem die Nova umgebenden Medium (und zwar für das blaue und violette Spektralgebiet nicht wesentlich stärker als für das visuelle!), endlich Verminderung der leuchtenden Materie, etwa durch Zerstreuung derselben im Weltraum oder dergl. Letztere Erklärung dürfte die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Das Spektrum war bisher im großen ganzen das typische Novaspektrum. Wie schon bei der Nova Persei, so war auch diesmal die spektroskopische Untersuchung des Sternes schon während des Aufstieges der Helligkeit, nämlich am 8. Juni, möglich. Am 9. Juni, dem Tage der größten Helligkeit, wurde dann das Spektrum an mehreren Stellen, insbesondere in Heidelberg, Potsdam und auf der Harvard-Sternwarte, auch photographisch fixiert. Die hiesigen visuellen Beobachtungen des Spektrums, die mit einem Zeisschen Spaltspektroskop nach Abbe an dem sehr lichtstarken großen Refraktor der Sternwarte angestellt werden konnten, ergaben, daß die Emissionslinien H_α , H_β , H_γ des Wasserstoffs an der roten Seite der Absorptionslinien (charakteristisch für das Novaspektrum) sehr deutlich bereits am 8. Juni vorhanden waren. Der Abstand der hellen und dunkeln Komponente von H_α wurde mit Hilfe einer Skala am 8. Juni zu rund 10 μ geschätzt; Juni 9 und in der Folge war der Abstand merklich geringer und nur noch rund 5 μ . Außer den Wasserstofflinien waren am 8. Juni mit einer hellen und dunkeln Komponente, aber in geringerem scheinbaren Abstände als H_α , vertreten eine Linie bei 588 μ (Na oder He?) und bei 565 μ . Von dunkeln Linien waren noch zu sehen eine bei 610 μ und zwei zwischen 500 μ und H_β . Bei 500 μ war ein etwa 5 μ breites dunkles Band vorhanden. Dies sind fast alles Linien,

die für das Novaspektrum charakteristisch sind. Hervorzuheben wäre noch, daß die Emissionslinien im Gegensatz zu den folgenden Tagen verhältnismäßig schmal und scharf und weit getrennt von den Absorptionslinien waren. Am 9. Juni waren von Emissionslinien nur H_α und H_β mit Sicherheit zu sehen, die aber bedeutend weniger auffällig waren als am Tage vorher; besonders H_β war sehr schwach und verwaschen. Außerdem waren vielleicht noch zwei Emissionslinien zwischen 600 μ und 650 μ vorhanden. Die beiden roten Linien schienen ebenso wie H_α im Abstände von

rund 5 μ von je einer entsprechenden Absorptionslinie zu stehen; der Abstand der Komponenten von H_β war schätzungsweise 2 μ . Das kontinuierliche Spektrum war Juni 9 so hell geworden, daß es die Emissionslinien offenbar überstrahlte. Das Vorhandensein der Emissionslinien des Wasserstoffs bereits in einem so frühen Stadium der Nova ist bemerkenswert. Sowohl bei der Nova Persei als auch jetzt wieder bei dieser Nova ist auf den frühesten photographischen Aufnahmen, die entsprechend dem Empfindlichkeitsbereich der gewöhnlichen photographischen Platte nur bis H_β reichen, noch keine Spur der vom 10. Juni ab so auffallenden Emissionslinien des Wasserstoffs zu erkennen, und auch die visuellen Beobachtungen mit spaltlosen Okularspektroskopen zeigten sie nicht. Man hatte daraus den Schluß gezogen, daß die Emissionslinien erst in einem fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung der Neuen Sterne auftreten. Die visuellen Beobachtungen vom 8. und 9. Juni beweisen, daß dies nicht der Fall ist. Die große Lichtstärke des Babelsberger Refraktors gestattete es, mit sehr engem Spalt zu beobachten und ein genügend reines Spektrum zu erzielen, in dem die hellen Linien leicht zum Vorschein kamen. Seit Juni 10 sind dann die inzwischen sehr breit gewordenen Emissionsbänder des Wasserstoffs neben den Absorptionslinien stark ausgeprägt, besonders das rote H_α -Band fällt durch seinen beträchtlichen Glanz auf. Dieses Band ist es, das dem an sich weißen oder gelblich weißen Licht der Nova den eigentümlichen roten Farbenton verleiht. In größeren Refraktoren bietet das Fokalbild der Nova einen merkwürdigen Anblick; der Kern des Bildes ist fast weiß und wird von einem starken roten Ring umgeben; dem außerhalb des mittleren Fokus zur Vereinigung gelangenden Licht des H_α -Bandes. Das Spektrum ist infolge der sehr starken Abnahme der Helligkeit des kontinuierlichen Grund-

des mehr und mehr diskontinuierlich geworden und besteht gegenwärtig fast nur noch aus einer großen Zahl von Emissionsbändern. Eine nähere Beschreibung des sehr komplizierten Spektrums würde hier kaum am Platze sein, zumal die Deutung desselben noch recht lückenhaft ist.

Vergleicht man die bisherigen Erscheinungen der Nova Aquilae mit den vorhandenen Theorien, so wird alsbald klar, daß nur zwei derselben noch ernstlich in Frage kommen: erstens die alte Zöllnersche Theorie¹⁾, die das Aufleuchten der Neuen Sterne auf eine Eruption glühender Massen aus dem Innern eines oberflächlich bereits stark abgekühlten Sternes zurückzuführen sucht; zweitens die Seeligersche Theorie²⁾, welche in den Neuen Sternen ein riesenhaftes Analogon zu den Meteoren sieht, die durch das Eindringen in ein widerstehendes Medium infolge der Reibung oberflächlich stark erhitzt werden und so zu einer kurzen hohen Lichtentwicklung gebracht werden. Beide Theorien haben vieles für sich, obwohl m. E. einige Umstände mehr zugunsten der Zöllnerschen sprechen. Man wird aber nicht voreilig für die eine Theorie allein sich entscheiden dürfen, da es sehr wohl möglich erscheint, daß in den verschiedenen Fällen verschiedene Ursachen zugrunde liegen³⁾. Für die Seeligersche Theorie bildete es eine gewichtige Stütze, als es bei der Nova Persei in der Tat gelang, auf photographischem Wege ausgedehnte kosmische Wolken in der Umgebung der Nova festzustellen, die von der ungeheuren, von der Nova ausgehenden Energiewelle nach und nach getroffen wurden und in reflektiertem Licht, vielleicht teilweise auch in sekundärem eigenen Lichte, aufzuleuchten begannen. Das Fortschreiten der Lichtwelle radial zum Stern mit annähernd Lichtgeschwindigkeit konnte auf den Aufnahmen direkt nachgewiesen werden. Anderseits spricht das Auftreten periodischer Helligkeitsschwankungen im späteren Entwicklungsstadium, das von der Seeligerschen Theorie nicht ohne weitere Hypothesen erklärt werden kann, mehr für die Zöllnersche Annahme. In Anlehnung an die letztere können diese Schwankungen zwanglos in der Weise erklärt werden, daß ihre Periode die Rotationsperiode der Nova ist, und daß das Vorüberwandern der Eruptionsstelle vor der Scheibe des Sternes die Helligkeitsmaxima und die damit parallel gehenden periodischen Änderungen des Spektrums verursacht. Die Schwankungen werden erst dann merklich, wenn die ausgestoßenen gas- und dampfförmigen Eruptivmassen sich soweit gelichtet haben, daß die eigentliche Oberfläche des Sternes wieder zum Vorschein kommt. Die kleinen Änderungen der Periode sind durch Verlagerungen des optischen Schwerpunktes der Eruptionsstelle bzw. ihrer in der Atmosphäre des Sternes verbleibenden Exhalationen zu erklären. Leider ist bisher in keinem Falle das Spektrum einer Nova vor dem Beginn

des Aufleuchtens bekannt. Zöllner nahm an, daß Eruptionen erst in einem sehr fortgeschrittenen Stadium der Abkühlung, wenn die Oberfläche bereits eine feste Schlackendecke bildet, auftreten. Vielleicht ist diese Fassung seiner Hypothese zu eng und können solche Eruptionen schon viel früher auftreten, wie es die Protuberanzen der Sonne im kleinen wahrscheinlich machen. Für diese Frage ist der Ausfall der im Gange befindlichen Untersuchung über die eingangs erwähnten kleinen Helligkeitsschwankungen der Nova vor ihrem Aufleuchten von der größten Bedeutung. Für die Sterne der fortgeschrittensten Spektralklassen III und IV sind gewisse Arten von Helligkeitsschwankungen geradezu typisch, so daß man mit ziemlicher Sicherheit umgekehrt aus dem Vorhandensein solcher Schwankungen auf den Spektraltypus schließen kann.

Vorläufig schwer verständlich bleibt mit der Seeligerschen Theorie auch die starke Violettverschiebung der Absorptionslinien, die bisher allen spektroskopisch untersuchten Neuen Sternen gemeinsam war, während die Emissionslinien verhältnismäßig nur wenig verschoben sind. Wenn man diese Verschiebung als Dopplereffekt auffaßt, so würden den Verschiebungen von 10 und 5 μ der dunklen H_{α} -Linie relativ zur hellen Komponente Radialgeschwindigkeiten der absorbierenden Materie relativ zur emittierenden im Betrage von rund 4600 und 2300 Kilometer pro Sekunde entsprechen. Die der Verschiebung von 2 μ der Linie H_{β} entsprechende Radialgeschwindigkeit würde rund 1200 km betragen. Auch bei früheren Neuen Sternen ist es bereits aufgefallen, daß H_{α} eine wesentlich größere Geschwindigkeit ergab als die übrigen Wasserstofflinien. Diese Werte sind nur als ganz rohe Schätzungen zu betrachten, die aber die Größenordnung richtig geben werden. Ergebnisse genauer spektrographischer Bestimmungen der Verschiebungen liegen für die Nova Aquilae noch nicht vor. Bei der mäßig hellen Nova Aurigae betrugen die Verschiebungen der brechbareren Absorptionslinien des Wasserstoffs nach Violett 800 km, bei der Nova Persei 1500 km.

Die breiten Emissionsbänder des Wasserstoffs sind von sehr verwickelter und veränderlicher Struktur, die visuell nicht gut zu verfolgen sind. Die Mitte derselben ist verhältnismäßig wenig, zuweilen nach Rot, zuweilen nach Violett, verschoben. Gewisse feine und gut definierte Absorptionslinien geben nur eine ganz geringe und anscheinend konstante Radialgeschwindigkeit, die wahrscheinlich die eigentliche Radialgeschwindigkeit des Sternes ist. Sie betrug z. B. bei der Nova Geminorum von 1912 + 10 km, bei der Nova Persei + 5 km, Werte, die ganz im Einklang mit den geringen sphärischen Eigenbewegungen stehen⁴⁾.

¹⁾ Photometrische Untersuchungen S. 247.

²⁾ Astr. Nachr. Bd. 130, S. 393.

³⁾ η -Carinae, Nova P. Cygni.

⁴⁾ Zusatz bei der Korrektur (16. September 1918): Nach jüngst in den Astronomischen Nachrichten veröffentlichten spektrographischen Bestimmungen von

Da ein stichhaltiger Einwand gegen die Deutung der Verschiebungen als Dopplereffekte — allenfalls kommen noch Umkehrungen als modifizierend in Betracht — zurzeit nicht vorliegt, so könnte man die Erscheinungen auf Grund der Zöllnerschen Theorie vielleicht folgendermaßen erklären. Die sehr breiten Emissionsbänder und die korrespondierenden Absorptionslinien rühren von den Eruptivmassen her, die von der Nova — infolge der Rotation derselben — nach allen Seiten radial oder in flachen Spiralen sich entfernen. Derjenige Teil der Massen, der sich auf die Scheibe der Nova und ihre nächste Umgebung projiziert, erzeugt die Absorptionslinien, die demnach verhältnismäßig schmal und scharf sein und stets eine starke Violettverschiebung zeigen müssen. Die von den übrigen Teilen der Eruptivmassen herrührenden Emissionen müssen Verschiebungen zeigen, die sich nahezu kontinuierlich zwischen einem positiven und einem negativen Maximalwert verteilen. Die Emissionsbänder werden also sehr breit sein und auf der violetten Seite bis an die Absorptionslinien heranreichen, wie es in der Tat der Fall ist. Ihre Mitte müßte im Mittel der eigentlichen Radialgeschwindigkeit des Sternes ungefähr entsprechen. Natürlich werden im einzelnen kleine wechselnde Verschiebungen und Änderungen in der Struktur der Emissionsbänder zu erwarten sein, die von der Rotation, von verschiedener Dichte der Materie in verschiedenen Richtungen und dergl. herrühren können. Die vorhin erwähnten feinen Absorptionslinien (H , K , D_1 , D_2), welche die Radialgeschwindigkeit des Sternes selbst zu ergeben scheinen, gehören der eigentlichen Atmosphäre desselben an.

Wie man sieht, verspricht die Nova Aquilae uns in der Erkenntnis der Natur der Neuen Sterne einen großen Schritt weiter zu bringen. Je weiter diese Erkenntnis fortschreitet, umso zahlreicher erscheinen die verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuen Sterne zu den übrigen Veränderlichen.

Neubabelsberg, den 23. August 1918.

Haareis auf morschem Holz.

Von Prof. Dr. Alfred Wegener, Marburg a. Lahn.

Durch Zufall konnte ich Beobachtungen über eine merkwürdige und noch wenig bekannte haarbüschelförmige Eisform anstellen, welche sich auf

Hnatek beträgt die „eigentliche“ Radialgeschwindigkeit der Nova Aquilae — 26 km. Die Verschiebung der Absorptionslinien H_γ und H_β war am 10. Juni rund — 1300 km und hatte am 13. Juni den hier vom 9. Juni ab geschätzten Betrag der Verschiebung der H_α -Linie nahezu erreicht. Gleichzeitig hatte die Breite der Emissionsbänder entsprechend zugenommen. Alle diese Erscheinungen finden eine zwanglose Erklärung unter der Voraussetzung, daß H_α bereits bei niedrigerer Temperatur emittiert wird als die brechbareren Linien des Wasserstoffs, und daß die Geschwindigkeit der emittierenden und absorbierenden Massen mit dem Abstände vom Sterne wächst.

feuchtem, morschem Holz bildet, und dabei einen interessanten Zusammenhang mit einem Pilz feststellen. Die Form dieses Eises weicht so sehr von allen bekannten Reifförmern ab, und sein Auftreten ist so isoliert, daß der Beschauer zunächst gar nicht auf den Gedanken kommt, daß es Eis sein könne, sondern unwillkürlich das Ganze für einen Pilz hält. Meine Beobachtungen darüber sind folgende:

Schon im Winter 1916 bis 1917 fand ich einmal in den Vogesen im Walde solche haarbüschelförmigen Eisbildungen von etwa 4 cm Länge an einem morschen, am Boden liegenden Holzstück. Sowohl meine Begleiter wie ich selbst hielten es für einen Pilz, und wir erkannten unseren Irrtum erst, als uns das Eis in der Hand zerschmolz. Es war damals kurz nach der Schneeschmelze. Hin und wieder traf man noch im Walde einen Rest des Winterschnees, und der Wald war sehr naß. Auf dem ganzen Wege aber war dies das einzige Stück Holz, an welchem die merkwürdige Eisbildung auftrat, obwohl der Boden natürlich überall mit anscheinend ganz gleichartigen Holzstücken bedeckt war.

Bald darauf hatte ich Gelegenheit, in Hamburg mit dem hochbetagten, durch seine Beobachtungen über Graupel- und Hagelformen bekannten Herrn Dr. *Flögel* darüber zu sprechen. Dieser erzählte mir, daß auch er schon zweimal dieser merkwürdigen Eisform unter gleichen Bedingungen im Walde begegnet sei, und daß auch er das erste Mal der gleichen Täuschung unterlegen sei, es mit einem Pilz zu tun zu haben. Er habe den Zweig in die Botanisiertrommel gelegt, um ihn zu Hause zu untersuchen, und sei sehr erstaunt gewesen, als er die Trommel öffnete und der vermeintliche Pilz verschwunden war. Bei dem zweiten Fund ließ er deshalb das Eis im Walde liegen und holte sein Mikroskop, konnte aber keine Spur eines organischen Gewebes in den Eisbüscheln entdecken. Meiner Bitte um Veröffentlichung dieser Beobachtungen nachzukommen, verhinderte ihn leider der Tod.

Am 14. Februar 1918 machte ich nun einen neuen gleichartigen Fund im Garten meiner elterlichen Besitzung in Zechlinerhütte bei Rheinsberg i. d. Mark, und hier war es möglich, die merkwürdige Erscheinung etwas näher zu untersuchen. Auch an diesem Tage war die Schneeschmelze fast beendet; nur an einer einzelnen Stelle, die gegen Mittagssonne geschützt war, lag noch ein Rest des Winterschnees. Nirgends war Reif zu sehen. Der ganze ziemlich große Garten war vielmehr triefend naß, zumal es den ganzen Tag vorher geregnet hatte. Seit dem Abend des Vortages war die Temperatur nach Aufhören des Regens gesunken und war am Tage des Fundes ein wenig unter 0 Grad, so daß ein Fensterthermometer + 0,3° zeigte, und sich Eiszapfen an den Wasserrinnen am Dach bildeten. Die Verhältnisse waren so gleichartig mit denen bei der früheren Beobachtung in den Vogesen,

daß ich beim Spaziergehen im Garten durch den Anblick des Schneerestes, der Nässe und des morschen Holzes, das überall den Boden bedeckte, unwillkürlich an jenen Fund erinnert wurde und mich umzusehen begann. Da entdeckte ich in der Tat dieselbe auffällige Eisbildung an einem kleinen, lose am Boden liegenden Zweig von $\frac{1}{2}$ m Länge. Wieder war das ganze Aussehen so, daß die Annahme ganz unwahrscheinlich erschien, es sei Eis, und dieser Eindruck wurde wie damals unterstützt durch den Umstand, daß nur an diesem einen Zweig die merkwürdige Bildung, und zwar gleich in so prachtvoller Fülle, auftrat, während die zahllosen anderen Holzreste und Zweige, die den Boden überall unter gleichen Bedingungen bedeckten, keine Spur von Eis zeigten. Abgesehen von dem firnartig gealterten Rest von Winterschnee war überhaupt dies das einzige Eis im Garten.

Der Zweig war nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm dick. An jedem Ende saß die Rinde noch auf 10 cm Länge fest am Holz, und hier war kein Eis vorhanden. Auf der 30—40 cm langen mittleren Strecke aber war die Rinde aufgeplatzt und abgehoben, so daß sie nur beiderseits mit den Endstücken zusammenhing. Und hier wuchs das Haareis in dichten, unregelmäßigen Schöpfen von etwa $1\frac{1}{2}$ cm Länge



Fig. 1. Photographie des am 14. Februar 1918 gefundenen Zweiges mit Haareis.

mit dazwischen liegenden scheitelähnlichen Trennungen, meist gerade, bisweilen im oberen Teil zunehmend gekrümmt, ja an einzelnen Stellen geradezu spiralig gerollt. Es sah aus, als sei die Rinde durch den Druck des wachsenden Eises gesprengt und abgehoben, während andererseits die Eisbüschel durch den Druck der darüberliegenden Rinde oben gebogen schienen. In jedem Schopf waren die Härchen genau parallel zueinander. Meist sah man außerdem eine Art Schichtung, welche sich durch den ganzen Schopf parallel zur Ausgangsfläche hindurchzog, indem nämlich alle Härchen in gleichem Abstände vom Holz durchsichtiger oder undurchsichtiger wurden, was wohl auf Wachstumsstockungen hindeutet. Ich streifte einige Haarbüschel ab und legte sie auf weißes Papier. In der Wärme schmolzen sie zu einer hellbraunen und anscheinend schwach riechenden Flüssigkeit ohne erkennbare feste Bestandteile. Ich versuchte auch den Zweig zu photographieren. Leider ist die Photographie (Fig. 1) durch ein Versehen in der Entfernungseinstellung sehr unscharf geworden, zeigt aber doch, wie stark der mittlere Teil des Zweiges, wo die Rinde aufge-

platzt war, von dem Haareis überwuchert war. Ich zeichnete auch gleich nach der Natur einige Skizzen, die nachträglich etwas mehr ausgeführt wurden und in Fig. 2 und 3 wiedergegeben sind. Als ich sodann den ganzen Zweig in das warme Zimmer brachte, blieb nach Abschmelzen des Haareises überall an dessen Stelle ein feiner weißer und schlüpfriger Mehltau zurück, der sich mit dem



Fig. 2. Skizze des Gesamtanblicks des Zweiges mit Haareis.



Fig. 3. Genauere Skizze des Haareises vom 14. Februar 1918.

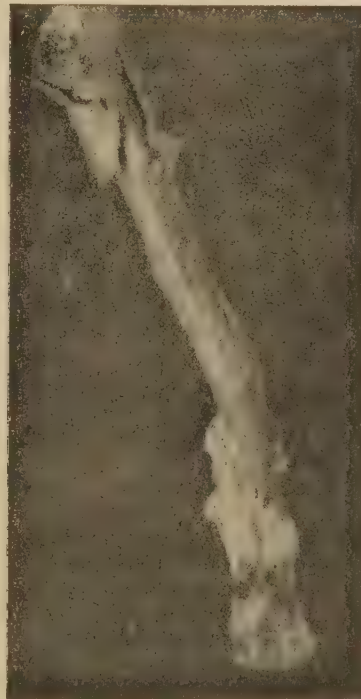


Fig. 4. Photographie des bei dem nachträglich angestellten Versuch wiederum erzeugten Haareises.

Finger abwischen ließ. Ich hielt ihn zuerst für eine unterste Eisschicht, indessen schmolz er, wie gesagt, nicht, sondern blieb auch nach dem Trocknen des Holzes erhalten und war jetzt sogar erheblich beständiger, so daß sich Fingerabdrücke auf ihm noch lange Zeit erkennen ließen. Im trockenen Zustande machte dieser Überzug den Eindruck eines außerordentlich feinen schimmelartigen Pilzes.

Einen Teil des Zweiges nahm ich mit nach

Sofia, und hier gelang es mir am 19. Februar, auf demselben wiederum Haareis zu erzeugen. Der Zweig wurde dazu durch Eintauchen auf seiner ganzen Länge befeuchtet und dann mit dem unteren Ende in ein Wasserglas gestellt, welches draußen auf dem Fenstergesims einer Nachttemperatur von -4° ausgesetzt wurde. Schon nach einigen Stunden hatten sich oberhalb der Wasserlinie bis zu etwa 5 cm darüber, d. h. soweit sich das Holz durch Hochsaugen des Wassers feucht hielt, die gleichen haarbüschelförmigen Eisansätze gebildet, und zwar bis zu etwa $\frac{1}{4}$ cm Länge. Da nun auch der Inhalt des Wasserglases gefror, wuchsen sie nicht weiter, sondern erhielten sich unverändert bis zum nächsten Morgen, wo zwei Photographien von ihnen genommen wurden (Fig. 4 und 5). Die Aufnahmen zeigen am unteren Ende des Holzes noch Reste des gefrorenen



Fig. 5. Zweite Photographie des bei dem Versuch erhaltenen Haareises.

Glasinhalts, darüber kommt dann die Zone mit dem bartförmigen Haareis, während der oberste Teil ganz frei geblieben ist. Wenngleich die Erscheinung bei dieser erzwungenen Wiederholung bei weitem nicht so reich und ansehnlich ausfiel, so waren doch auch hier die Zusammensetzung aus parallelen Eisfäden und alle übrigen Merkmale außerordentlich deutlich zu erkennen. Fig. 5 zeigt auch eine der scheitelähnlichen Trennungen. Beide Aufnahmen zeigen übrigens, daß die sonst dunkle (fast schwarze) Holzoberfläche mit zahlreichen hellen runden Stellen bedeckt ist. Diese haben aber mit dem Haareis nichts zu tun, denn sowohl der feine weiße Pilzbezug wie das Haareis selber gehen unbeeinflusst über diese Stellen fort. Der weiße Pilzbezug ist auf Fig. 4 zu erkennen. Man sieht nämlich auf dieser Figur etwa am oberen Ende des Haareises einen Strich quer über das Holz gehen; unterhalb dieser Linie ist das Holz dunkler, oberhalb heller. Die Grenze rührt daher, daß das Holz bei einem ersten, mißglückten Versuch bis zu dieser Linie in Wasser getaucht

war, was anscheinend zur Folge hatte, daß der Pilzbezug teilweise zerstört wurde, während er oberhalb besser erhalten blieb.

Am 8. März wurde ein anderer Versuch gemacht: Der Zweig wurde wieder mit seinem unteren Ende in ein Wasserglas gestellt und einige Stunden im geheizten Zimmer stehen gelassen. Mit dem stark vergrößernden Okular eines Theodoliten konnte man nun an dem unteren Teil des Zweiges bis etwa 10 cm über dem Wasser zahlreiche winzig kleine Wassertropfchen auf der Holzoberfläche erkennen. Ich konnte jedoch nicht erkennen, ob diese Tröpfchen auf dem Holz selber oder auf dem Pilz saßen, noch auch war die Struktur des Pilzes mit diesen Hilfsmitteln zu unterscheiden.

Am 30. und 31. März, als wiederum negative Nachttemperaturen in Sofia herrschten, wurde nochmals versucht, das Haareis zu erzeugen, um mit einem Polarisationsmikroskop die Achsenorientierung desselben festzustellen. Leider mißlang dies. Schon die Entwicklung des Haareises war sehr viel schwächer als bei dem früheren Versuch, anscheinend weil der Pilz infolge der wiederholten völligen Austrocknung des Holzes oder auch durch die angestellten Versuche gelitten hatte. Nur in dem untersten halben Zentimeter, dicht über dem Wasserspiegel, bildeten sich Ansätze zum Haareis. Ihre mikroskopische Untersuchung mißlang jedoch, weil das Eis beim Transport zum Mineralogischen Institut schmolz. Eine Wiederholung war wegen eintretender Erwärmung nicht möglich.

Herr Geheimrat *Arthur Meyer*, Direktor des botanischen Gartens und des botanischen Instituts der Universität Marburg, erklärte sich auf meine Anfrage liebenswürdigerweise bereit, das Holzstück und den Pilz zu untersuchen. Seine Antwort nach erfolgter Untersuchung lautete:

„Ich habe das Holzstück untersucht. Es war von Pilzhypphen durchwuchert und schon ganz mürbe und ausgesogen. Ich stellte die Stücke in einen Glaszylinder, auf dessen Boden sich etwas Wasser befand, und befeuchtete sie etwas. Nach einigen Tagen war die Oberfläche des Holzes an den rindenfreien Flächen von einem ganz zarten, weißlichen Belag bedeckt. Er bestand wesentlich aus einem Gewirr kaum 2 Mikromillimeter dicker Hyphen. Dieselben waren reich verzweigt und sandten von Zeit zu Zeit kleine Endästchen schräg oder senkrecht nach außen. Es sind also wahrscheinlich die unregelmäßigen Hyphenendchen die Ausgangspunkte der Eisfäden gewesen, wenn die jetzt entstandenen morphologischen Verhältnisse mit denen gleich sind, die zur Zeit der Eisbildung vorlagen. Das Myzel gehört vermutlich einem kleinen Askomyzeten an. Bestimmen kann man ihn selbstverständlich nicht; glaube auch nicht, daß er noch irgend welche Fruktifikationen bilden wird, an denen man ihn erkennen kann.“

Bei einer späteren mündlichen Unterredung teilte mir Herr Geheimrat *Meyer* mit, daß auch

er der Ansicht sei, daß der Pilz das Haareis verursacht habe. Jedoch hielt er es für möglich, daß letzteres durch Sublimation aus der Luft entstanden sei, also Reif darstelle, und daß der Pilz nur durch vergrößerte Ausstrahlung besonders günstige Bedingungen für diese Reifbildung schaffe, während nach meiner Auffassung das Wasser aus dem Holz stammt und durch Vermittlung des Pilzes zum Austritt gebracht wird.

Aus der Literatur kenne ich nur eine einzige Beschreibung dieses merkwürdigen Haareises. Sie stammt von *J. F. W. Herschel*¹⁾. Auch er berichtet über zwei Beobachtungen. Bei der ersten bildete sich das Haareis um die Wurzeln und Stiele von vertrockneten Disteln. Diese Stiele waren „auf sonderbare Weise bekleidet mit voluminösen, zerbrechlichen Massen, die aussahen, wie wenn sie im weichen Zustande durch Risse in den Stielen ausgequetscht worden wären“. Es war in den ersten Tagen eines scharfen Frostes, und obwohl ein wenig Reif in der Nachbarschaft zu beobachten war, bemerkt *Herschel*: „Diese Eigentümlichkeit der Ablagerungsstellen (nämlich nur an den unteren, nicht an den oberen Teilen der Stiele), neben dem verhältnismäßig wenigen Reif an anderen Orten, veranlaßte mich damals, jene Eisablagerung einer anderen Ursache als dem Reif oder einer ungewöhnlichen Abänderung desselben durch örtliche und vorübergehende Umstände zuzuschreiben.“

Die zweite Beobachtung ist durch Abbildungen erläutert, welche sofort die Identität mit dem von mir beobachteten Haareis zeigen. Das Eis wuchs diesmal aus den Strünken von Sonnenblumen heraus. Er bezeichnet es als eine „band- oder hemdkrausenartige wellenförmige Masse, die scheinbar aus Längsrissen des Stiels im weichen Zustande hervorgequollen war. Die Bänder hatten eine glänzende seidenartige Oberfläche und ein faseriges Gefüge, dem gewisser Gipsarten ähnlich. Die Fasern standen rechtwinklig gegen den Stiel oder horizontal“.

„Obgleich, wie erwähnt, die Eisblätter aus dem Stiel hervorgequollen zu sein schienen, so fand sich doch bei Untersuchung, daß sie an der Oberfläche desselben scharf endigten, und so schwach daran hafteten, daß man keinen dieser Stiele anfassen konnte, ohne daß sie nicht abfielen. Niemals waren sie auch mit einer inneren Eismasse verbunden; im Gegenteil waren die meisten Stiele gesund und solid, und viele zeigten sich beim Durchschneiden noch grün. Der Befestigungspunkt des Eises lag jedoch immer auf der Oberfläche des Holzes, unter der äußeren Rinde oder Epidermis, welche durch die Eisblättchen immer abgestreift und auswärts gebogen war. Wo die Eiskrausen groß und gut ausgebildet waren, war die

Rinde ganz abgefallen; wo diese aber fester saß, schien sie die Ausdehnung jener gehindert zu haben. In solchen Fällen hatte der Stiel das sonderbare Ansehen einer dicken massiven Eisebekleidung, die zwischen dem Holze und der geschwellenen zerplatzten Hülle saß.“ Das Wetter war noch am Vortage mild gewesen, aber in der Nacht hatte es strengen Frost gegeben, und es herrschte schwache Reifbildung. Trotzdem meint *Herschel* auch hier: „Die eben beschriebenen Erscheinungen stehen im vollen Widerspruch mit jener Idee von Ablagerung dieser Eiskrausen aus dem Wasserdampfe der Atmosphäre, nach Art des Reifes. Nur in der Pflanze selbst oder in der verhältnismäßig warmen Erde unter ihr, für deren Ausdünstungen sie vielleicht eine Art von Schornstein bildete, können wir den Ursprung derselben suchen.“

Meine eigenen, oben beschriebenen Beobachtungen dürften einen weiteren Schritt zur Klärung der Entstehung dieses Eises bedeuten, da aus ihnen hervorgeht, daß ein Pilz in entscheidender Weise dabei mitwirkt.

Kristallographisch scheint das Haareis zu den als „Trichiten“ bezeichneten Wachstumsformen zu gehören. *Zirkel*, der 1867 zuerst dies Wort benutzte, verwendete es für haarförmige Kristalle. *O. Lehmann*¹⁾ rechnet auch lamellenförmige und streifenförmige Wachstumsformen dazu, betrachtet aber als Hauptmerkmal der Trichiten Krümmungen und Verdrehungen. Die Entstehung scheint nach den von ihm angeführten Fällen verschiedenartig zu sein und ist meist auch keineswegs ganz geklärt. Ebenso wie die Skelettbildung ist auch die Trichitenbildung eine allgemeine Eigenschaft der kristallisierenden Stoffe. Beim Eise war sie meines Wissens bisher noch nicht bekannt.

Besprechungen.

Kronenberg, M., Kant. Sein Leben und seine Lehre. Fünfte durchgesehene Auflage. München, C. H. Beck, 1918. XII, 379 S. Preis geb. M. 8,50.

Eine Einführung in die Lehre Kant's ist eine ebenso schwierige wie reizvolle Aufgabe. Der Verfasser hat sein reiches pädagogisches Talent mit gutem Erfolg in den Dienst dieser Sache gestellt und einen erfreulich großen und interessierten Leserkreis gefunden, wie schon die Tatsache beweist, daß dieses etwa 400 Seiten starke Buch nunmehr bereits in fünfter Auflage vorliegt. Mit der „Geschichte des deutschen Idealismus“ (2 Bde.) desselben Verfassers bildet es zusammen eine recht geeignete Einführung in die philosophische Lektüre überhaupt. Denn der Verfasser versteht es, ohne trivial zu werden, die Formulierungen mit glücklicher Allgemeinverständlichkeit zu wählen, was sich z. T. wohl daraus erklärt, daß er den behandelten Fragen niemals als Parteimann mit leidenschaftlichem Für oder Wider entgegentritt. Diese Kühle kann ja hier und da den Anhänger einer bestimmten Doktrin abstoßen, aber sie ist gerade für den Anfänger recht

¹⁾ *J. F. W. Herschel*, Merkwürdige Ablagerung von Eis rings um abgestorbene Pflanzenstrünke (nach Lond. and Edinb. Phil. Mag. Vol. II p. 110). Pogg. Ann. d. Phys. u. Ch. Bd. 28 (der ganzen Folge 104). Leipz. 1833, S. 231—233, mit Tafel. Dazu eine Notiz S. 240 desselben Bandes.

¹⁾ *O. Lehmann*, Molekularphysik. 1. Bd. Leipzig 1888, S. 354 ff.

heilsam. Immerhin merkt man dem Buche an, — und das ist kein Nachteil — daß der Verfasser selber nach der Seite des Idealismus neigt und insbesondere von *Hegel* manche Grundgedanken übernommen hat, aber dieser Idealismus ist niemals bloß romantisch-spekulativ, sondern gründet sich auf eine umfassende Kenntnis des Gesamtgebietes der Kultur, insbesondere auch nach der naturwissenschaftlichen Seite hin. An einzelnen Punkten wird man auf Grund eigener Forschung zu andern Ergebnissen kommen; so erscheinen z. B. die Formulierungen des Kantischen ethischen Prinzips (S. 100 und S. 270) nicht ganz genau, aber im großen und ganzen kann man den Urteilen *Kronenbergs* durchaus beistimmen. Zu weit scheint mir nur die Behauptung zu gehen (S. 346), daß *Kant* sein Rationalismus vielfach zu einer „leblosen Systematik“ geführt habe. Wenn gleich im Systembau der Kritiken manches zu tadeln ist, — was ja nicht zu verwundern ist, da *Kant* einen solchen als erster unter den Modernen gewagt hat — so darf die Systematik, obschon öfters steif, doch nicht als „leblos“ bezeichnet werden. Das Leben der „Systeme“ der Nachkantianer haben sie doch zum guten Teile aus den drei „Kritiken“ geschöpft! Trotz dieser und anderer Vorbehalte im einzelnen kann man im ganzen Autor und Verlag nur zu dem Erfolge des Buches in diesen schweren Zeiten beglückwünschen. Die neue Auflage wird gewiß dem Verfasser und der Kantischen Sache zahlreiche neue Freunde hinzugewinnen. *Artur Buchenau, Berlin-Charlottenburg.*

Révész, Béla, Geschichte des Seelenbegriffs und der Seelenlokalisation. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1917. VII, 310 S. Preis M. 8,—.

Das vorliegende Buch will nicht eine Geschichte der Psychologie geben, das muß man zunächst berücksichtigen, um ihm nicht mit ungerechten Ansprüchen entgegenzutreten. Nur die Ansichten über das *Wesen der Seele* sollen historisch entwickelt, in einem historischen Überblick eine Geschichte des *Seelenbegriffes* gegeben werden, mit besonderer Berücksichtigung der Frage nach dem „Sitz“ der Seele, nach der Lokalisation des Seelischen und der seelischen Vorgänge im Körper. Infolge dieser Fixierung des Themas bewegt sich die Untersuchung des Buches von vornherein nach zwei verschiedenen Richtungen, einmal nach der philosophisch-erkenntnistheoretischen und dann nach der naturwissenschaftlich-medizinischen Seite. Das eigentlich Philosophische, die philosophische und erkenntnistheoretische Wurzel der psychologischen Spekulation liegt *Révész* nicht besonders nahe, sie kommt außerdem aus Gründen der Raumersparnis nur zu so knapper und flüchtiger Behandlung, daß der Leser zu einem wirklichen tieferen Verständnis der psychologischen Momente in der Entwicklung des Seelenbegriffes nicht gelangt. Was sollen z. B., um nur eins hervorzuheben, die wenigen und im Inhalt herzlich unklaren Zeilen über *Fichtes*, *Schellings* und *Hegels* Seelenbegriff? Es ist zuzugeben, daß eine wirklich eindringende Darlegung ihres Seelenbegriffes ein Eingehen auf die philosophischen Grundanschauungen des deutschen Idealismus verlangt hätte, aber wenn das im Rahmen des Buches nicht anging (obgleich *Schelling* und die von ihm beeinflusste Naturphilosophie auch im Zusammenhang der Révészschen Problemstellung eine ausführlichere Behandlung wohl verdient hätten), so hätten die Paragraphen über die idealistischen Philosophen aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts besser wegbleiben sollen. Dazu kommt, daß das Buch reichlich salopp geschrieben ist. Der Verfasser ist freilich Ungar, aber

er hätte sein Werk doch sprachlich und stilistisch überarbeiten lassen sollen. (Auch an Druckfehlern ist kein fühlbarer Mangel, am schlimmsten ist es, daß aus *Otto Liebmann*, der übrigens als Schopenhauerianer (!) figuriert, ein *Liebermann* geworden ist.) So mag es in erster Linie ein sprachlicher Mißgriff sein, wenn von *Kant* gesagt wird: „er betrachtete die Seele nicht als etwas, was unserer Einsicht offensteht, sondern als eine Art von Verhaltensmaßregel“, welch seltsame Wendung dann genauer interpretiert wird „diese Idee (der Seele als freien Wesens) ist für die Menschen sehr nützlich, ja manchmal unentbehrlich, denn sie versieht ihn mit moralischen Verhaltensmaßregeln.“ Ebenso ist es ein sehr bedenkliches sprachliches Vergreifen, wenn von *Descartes* Seelenlehre gesagt wird: „wie die Ausdehnung das Attribut der Körper, so ist das Denken das Attribut der *Spiritus animales*.“ Eine mindestens recht anfechtbare Auffassung der Leibnizschen Metaphysik ist es, wenn die Monaden als „mit mehrminderem Bewußtsein ausgestattete *Urkörper*“ bezeichnet werden. Sachlich schief ist es, wenn der Psychologie der Stoa das besondere Verdienst zugeschrieben wird, daß sie abweichend von *Plato* und *Aristoteles* zuerst die „Einheit“ der Seele lehrt und sie als „Trägerin des Bewußtseins“ auffaßt. Wo wird die Einheit und Unteilbarkeit der Seele schärfer hervorgehoben als in *Platons* Phädon, wenn auch später diese Einheit hinter der bekannten Platonischen Dreiteilung der Seele verschwindet? Dagegen hätten gerade im Zusammenhang der Révészschen Darstellung die in *Platos* Theätet erwähnten Theorien (des Antisthenes?), die die Seele mit einer Wachstafel, einem Taubenschlag vergleichen, Erwähnung finden und die Nachwirkung dieser Theorien und körperlichen Bilder im Sensualismus der Stoa und weiter verfolgt werden können. *Révész* spricht von diesem alten, für die Lokalisationsvorstellungen doch nicht unwichtigen Wachstafelvergleich erst bei Gassendi.

Gut und lehrreich sind die Kapitel, in denen der Verfasser die Geschichte der eigentlichen Lokalisationsversuche vom 16. bis zum 18. Jahrhundert darlegt („die Seelenlokalisation im 16. und 17. Jahrhundert“, „Stahl und der Animismus“, „*Haller* und sein Kreis“, später das Kapitel über die Gallische Phrenologie und ihren Einfluß). Die kurze und instruktive Art, wie hier die Nachwirkung der Aristotelischen, Hippokratischen und Galenischen Gedanken verfolgt wird, wie *Descartes* Lokalisation der Seele in der Zirbeldrüse in den Zusammenhang der damaligen Lokalisationstheorien überhaupt gestellt wird, die Darlegung der Bedeutung *Hallers*, im 19. Jahrhundert der Einfluß *Galls* auf die Entwicklung der modernen Lokalisationsvorstellungen ist für den modernen Gehirnphysiologen ebenso von Interesse wie für den Psychologen und Philosophen. Vielleicht hätte *Révész* gut daran getan, diese Kapitel noch mehr in den Mittelpunkt seines Buches zu rücken. Zu einer flüchtigen und lückenhaften Skizze wird dagegen wieder die Schilderung der philosophischen Richtungen der Gegenwart in ihrer Stellung zum Lokalisationsproblem, bei denen man z. B. eine Erwähnung des modernen Vitalismus ganz vermißt.

E. v. Aster, München.

Gruhle, Hans W., Psychiatrie für Ärzte. Fachbücher für Ärzte. Bd. III. Berlin, Julius Springer, 1918. VIII, 296 S. und 23 Abbild. Preis geb. M. 12,—.

Das Buch hat drei Hauptabschnitte. Der erste behandelt die Einzelsymptome und Symptomenbilder. Es folgen die Bilder *abnormaler Persönlichkeiten* (Psycho-

pathien) unter denen ungewöhnlicherweise auch Idioten, Imbezille und Kretinen abgehandelt werden, neben den Haltlosen, den Phantasten, den Neurotikern usw. Die ausgesprochenen Psychosen werden als *Krankheitsbilder* (Prozesse) in 8 Kapiteln (symptomatische, traumatische Psychosen, Epilepsie, Alkoholistische Geistesstörungen und Suchten, senile und arteriosklerotische Störungen, Paralyse und Hirnlues, manisch-depressives Irresein, Dementia praecox) erörtert. In den Schlußkapiteln wird die Behandlung wichtiger körperlicher Befunde bei seelischen Störungen, die Therapie überhaupt und die Begutachtung besprochen.

Verfasser knüpft überall an normalpsychologische, allgemein bekannte Erfahrungen an, wählt meist zur Orientierung, statt gelehrter Auseinandersetzung die lebensvolle^a und anschauliche Erzählung von Beispielen und gewinnt dadurch eine Gemeinverständlichkeit, wie sie einem Buch für den Praktiker ziemt. Er gibt viele kluge Aufklärungen und Ratschläge, bespricht überall, ins volle Menschenleben hineingreifend in fast plauderndem Ton, eine Fülle von praktischen Fragen. Daß auch Anfechtbares gesagt wird in einem Buche, das fast alle theoretischen und praktischen Probleme der Psychiatrie streift, kann nicht wundernehmen.

Hervorheben möchte ich, daß *Grühle* doch allzu freigebig mit Hyoscin ist; 2 mg (S. 253), selbst bei einem kräftigen Mann als erste Gabe, ist recht hochgegriffen und bei hysterischen Anfällen (S. 97), sind viel harmlosere, suggestive, eventl. Brechreiz verursachende Mittel am Platze.

H. Liepmann, Berlin.

Haecker, V., Die Erblichkeit im Mannesstamm und der vaterrechtliche Familienbegriff. Jena, G. Fischer, 1917. 32 S. Preis geh. M. 1.—.

Eine Arbeit liegt vor, deren Ergebnisse mancher Familie einigen Trost geben können, der durch den Krieg vielleicht der einzige Sohn genommen wurde, oder der männliche Nachkommenschaft versagt blieb, und die nun im Gedanken an die landläufige Auffassung, daß ein Geschlecht aussterbe, sobald Träger des Namens fehlen, den Verlust oder Mangel doppelt schwer empfinden. Wohl zum ersten Mal greift hier in die intimsten menschlichen Kreise die Biologie ein, durch die Forschungen in Stand gesetzt, jedem etwas zu geben, der aus irgendwelchen Gründen über das vermeintliche Erlöschen seiner Familie mit Betrübnis geplagt hat.

Es handelt sich um die Betrachtung darüber, ob die im Volke allgemein verbreitete Anschauung, daß das Verhältnis des Vaters zum Sohn hinsichtlich der Vererbung des Charakters und sonstiger Eigentümlichkeiten (wohl auch Familienbesonderheiten) enger ist, als das des Vaters zur Tochter. Dieser Glaube ist alt und findet sich bei allen Völkern mehr oder weniger stark ausgeprägt; hat doch die Übertragung von Charakter, Anlagen, Fähigkeiten, Krankheiten, Gebrechen u. ä. von den Eltern auf die Kinder schon seit langem zum Nachdenken angeregt. Das Volk bildete sich darüber eine Meinung, die freilich durch die wissenschaftliche Forschung bisher noch nicht gerechtfertigt war. Und so widersprechend die Volksmeinungen über einen Gegenstand sein können, so haben auch in diesem Fall die Anschauungen zwar einerseits zur immer stärkeren Ausprägung eines Vater-Sohn-Rechtes (Thronfolge, besonders salisches Recht, Namensübertragung usw.) geführt und andererseits zu der Meinung, daß „die Geseheitheit den Söhnen von der Mutter überliefert wird.“

Zur Beantwortung der Frage nach der Berechtigung

solcher Meinungen entwirft *Haecker* zunächst in großen Zügen ein Bild von der Entwicklung der Vererbungslehre; er schildert die Grundanschauungen in vordarwinistischer Zeit, in der Zeit vor der Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln, also bis etwa 1900 und in dem ersten Dezennium des gegenwärtigen Jahrhunderts. Für die nähere Erörterung sind natürlich die aus der Vererbungslehre unter dem Einfluß der Mendelschen Gesetze erzielten Ergebnisse von besonderer Wichtigkeit. Aus vorübergehenden Untersuchungen anderer Autoren über gewisse Eigentümlichkeiten der Gesichtsbildung, die den „Familientypus“ des Hauses Wettin, insbesondere der albertinischen Linie, ausmachen, leitet *Haecker* als Ergebnis ab, daß dieser „im allgemeinen alle 2, 3 oder höchstens 4 Generationen wechselt und daß wiederholt die Frauen einen entscheidenden Einfluß auf den Gesichtstypus der Nachkommen und besonders einzelner Söhne gehabt haben.“ Weiterhin nimmt *Haecker* Gelegenheit, sich mit *Schopenhauers* Anschauungen über Vererbung auseinander zu setzen, zu denen dieser nicht durch Einzelbeobachtungen, sondern im Verfolg seiner Lehre vom Willen kam. Er meinte, daß der Vater den Willen, die Mutter den Intellekt übertrage. Hiergegen führt *Haecker* jedoch die Familien ins Feld, in denen durch mehrere Generationen (3—4) eine bestimmte intellektuelle Veranlagung vom Vater auf den Sohn übertragen wurde, so z. B. die Mathematiker-Familien: *Bernouilli*, *Cassini* und *Herschel*, dann die Musiker-Familie der *Bach* u. a. Es zeigt sich aus diesen und noch weiteren Beispielen, daß wohl einzelne Fähigkeiten mehrere Generationen hindurch unmittelbar im Mannesstamm vererbt werden können, daß jedoch vielfach auch durch die Töchter besondere Eigenschaften oder Charakterzüge auf die Enkelgeneration übertragen werden.

Wenn nun bei den Söhnen einer Familie gewisse Fähigkeiten oder auch Krankheiten auftreten, die bei den Töchtern fehlen, so macht *Haecker* zur Erklärung dafür wohl mit Recht eine Annahme geltend, durch die eine Erklärung für die Übertragung der nur an Söhnen einer Familie zum Ausbruch kommenden Bluterkrankheit ermöglicht wurde, nämlich die sehr wahrscheinliche Annahme, daß gewisse Eigenschaften zwar gleichmäßig — auch auf die Töchter — vererbt werden, aber nur in einem Geschlecht in die Erscheinung treten. An und für sich hat sich aus allem bisher bekannten Material ergeben, daß „beide Geschlechter in bezug auf die Übermittlung der Anlagen gleichwertig sind“. So wird es wohl begreiflich erscheinen, daß die Betrachtung einer Familie in zwei Generationen, bei der sich hervorstechende Eigenschaften des Vaters nur bei den Söhnen finden und nicht bei den Töchtern, zwar zu der Annahme einer besonders engen Beziehung zwischen Vater und Sohn hinsichtlich der Fortführung und Erhaltung der Familieneigentümlichkeiten führen mußte; sobald jedoch noch die dritte Generation in den Rahmen der Betrachtung mit einbezogen wird, wird man leicht feststellen können, daß dort bei den Söhnen, besonders auch bei den Söhnen der Töchter (!) die Anlagen des Großvaters (mütterlicherseits) wieder hervortreten.

Solche Erkenntnisse sind, wenn auch unbewußt längst in die Vorstellungen der Völker übergegangen oder wenigstens ihrem Empfinden nicht fremd geblieben. *Haecker* erinnert dabei an die pragmatische Sanktion; durch die in ihr vollzogene Anerkennung der Söhne Maria Theresias, als echte Habsburger, ging das Gefühl für das Erlöschen des Habsburgischen Ge-

schlechtes in unmittelbarer Abstammung von Rudolph von Habsburg verloren. Ähnliche Auffassungen herrschten, wie uns *Haecker* mitteilt, auch schon im alten Indien, wo mangels an Söhnen die Tochter an die Stelle eines Sohnes tritt und dadurch, daß ihr Ehegatte ihren, d. h. den Namen ihres Vaters annehmen muß, auch das gewissermaßen genealogische Aussterben der Familie verhindert wird.

Die gedankenreichen und mit weit mehr Beispielen, als hier herangezogen wurden, gestützten Darlegungen *Haeckers* greifen aber noch tiefer in das tägliche Leben der Menschen hinein, und *Haecker* deutet selbst sehr vorsichtig darauf hin, daß sich von dieser biologischen Betrachtung aus, wenn sie erst einmal zur Umwandlung des dem Volk noch fest eingepprägten Begriffes vom Vater-Sohn-Verhältnis geführt hat, vielleicht für das bürgerliche Leben gewisse Folgerungen ergeben können. Selbst über die Emanzipation der Frauen finden sich in dieser Schrift einige treffende, auf biologischen Erkenntnissen fußende Bemerkungen.
E. Hirsch, z. Zt. Berlin.

Ornithologische Mitteilungen.

Das Problem des Zuges und der Wanderungen der Vögel schließt eine Fülle von Einzelfragen in sich, die noch der Lösung harren. Die von der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft im Jahre 1900 in Rossitten auf der Kurischen Nehrung begründete Vogelwarte soll vornehmlich der Erforschung der Zugserscheinungen dienen. Der verdienstvolle Leiter derselben, Prof. Dr. *Thienemann*, hat, im Anschluß an besonders wichtig erscheinende Fragen, durch eine große Reihe von Einzeluntersuchungen unsere Kenntnis des Wanderns der Vögel wesentlich gefördert. Das von ihm trotz aller Anfeindungen seit Jahren konsequent durchgeführte Ringexperiment hat bereits heute in der Welt der mannigfachen Zugserscheinungen zu Ergebnissen geführt, die wir früher kaum geahnt hatten, die wir aber heute, Glied für Glied, zu beweisen in der Lage sind. Vor kurzem hat Prof. *Thienemann* eine interessante Frage in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen, die Frage nämlich, ob die Zugvögel Vorbereitungen zu ihren Reisen treffen. Es lag nahe zu erörtern, ob die Vögel für die einschneidenden Veränderungen innerhalb ihres jahreszeitlichen Lebens, denen sie im Herbst und Frühling unterliegen, nicht auch ihren Körper vorbereiten. Diese Vorbereitungen könnten, wie *Thienemann* ausführt, zweierlei Art sein: sie könnten sich zunächst auf die Aufnahme einer bestimmten Nahrungsquantität und alsdann auf eine Instandsetzung des Federkleides beziehen. Mit anderen Worten würde die Frage lauten: Ziehen die Vögel mit vollem Kropf oder Magen um die nötige Kraft für die zu leistende körperliche Arbeit zu haben, oder ziehen sie mit leerem Kropf und Magen, um sich nicht zu belasten; und ferner: Halten Unordnung irgend welcher Art des Federkleides den Vogel vom Ziehen ab oder ist dies nicht der Fall.

Um die Lösung der ersten Frage herbeizuführen hat *Thienemann* zunächst an gefangenen Vögeln experimentell festzustellen gesucht, nach welcher Zeit aufgenommene Nahrung aus Kropf und Magen wieder verschwindet. Er fand bei reichlicher Nahrungsaufnahme, daß sich die Mahlzeit nach 4 Stunden in größerer Menge, nach 8 Stunden in geringerer und nach weiteren

4 Stunden kaum noch nachweisen ließ. Diese Erfahrungen wurden nun auf die während des Zuges erlegten Vögel übertragen. Dabei ergab sich, daß von 173 Individuen 18 % mit gefülltem Kropf und Magen, 42 % mit mäßig gefülltem und 40 % mit leerem gezogen waren. Es herrschte also bei den ziehenden Vögeln das Bestreben vor, Kropf und Magen bei der Wanderung nicht zu überladen. Der Zugtrieb beherrscht im allgemeinen den Hungertrieb.

Hinsichtlich der zweiten Frage, ob die ziehenden Vögel besondere Sorgfalt auf die Instandhaltung ihres Federkleides verwenden, glaubt *Thienemann* nach seinen sorgfältigen Beobachtungen und Untersuchungen es aussprechen zu dürfen, daß sich die Vögel nicht durch einen Schaden oder eine Unordnung des Federkleides vom Zuge abhalten lassen. Die Beobachtungen zeigen, daß dem ziehenden Vogel allein das Bestreben innewohnt, vorwärts zu kommen. Alles andere tritt gegenüber dem Zuginstinkt zurück. Der innere Reiz, der zur Aufnahme der Nahrung antreibt, wird während der Zeit des stärksten Zugtriebes derartig ausgeschaltet, daß unter Umständen sogar die Lieblingskost des Vogels kaum beachtet wird. Der Wanderfalk zieht neben der Taube. Gegenüber dem Zuginstinkt treten Nahrungsaufnahme und Körperpflege völlig in den Hintergrund. —

Fritz Braun in Deutsch-Eylau, dem wir eine große Reihe wertvollster Untersuchungen über die Biologie der Vögel verdanken, hat vor kurzem einige interessante Mitteilungen über den **Einfluß der Tagesdauer auf das Vogelleben** veröffentlicht. Er hat dabei den Nachweis zu führen gesucht, daß die wechselnde Tageslänge unserer Breiten auf das Leben der Vögel die mannigfachsten Einflüsse ausübt. Dabei wird von ihm u. a. ausgeführt, daß dem Vogel in den dunklen Wintermonaten nur etwa 6 Stunden von 24 zur Nahrungssuche verbleiben. Man sollte nun glauben, bemerkt *Braun*, daß die Vögel dann jede freie Minute nach Kräften dazu ausnützen und diese Tätigkeit nur selten aussetzen. In Wirklichkeit ist aber eher das Gegenteil der Fall. Die Vögel scheinen das Gleichgewicht zwischen Lebenstätigkeit und Nahrungsaufnahme vielmehr dadurch zu erreichen, daß sie sich so wenig als nur möglich bewegen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß viele Arten im Winter in der Nähe menschlicher Wohnungen gefunden werden, die sie im Sommer nicht aufsuchen. Nach *Brauns* Ausführungen, denen man unbedingt beipflichten muß, tun sie dies nicht, weil es ihnen schlechthin um *mehr* Nahrung, die sie in den Gehöften und auf den Straßen finden, zu tun ist, als vielmehr deshalb, weil sie gerade in den dunklen Wintermonaten ihre Nahrung mit einem möglichst geringen Kraftaufwand erwerben möchten.

Braun weist auch auf andere Fragen bei der Behandlung seines Gegenstandes hin, Fragen: wie lange wacht der Vogel am Tage, wieviel bewegt er sich in dieser Zeit, wieviel Nahrung braucht er täglich, um die durch seine Bewegungen verausgabte Kraft wieder zu ersetzen, alles Fragen, die die Biologen auf das lebhafteste beschäftigen. Es wäre dringend zu wünschen, daß *Braun* seine in vielen Jahren gesammelten Erfahrungen in einem Handbuch der Biologie der Vögel zusammenfaßte. Unter den deutschen Ornithologen gibt es Niemanden, der das schwierige Material so beherrscht wie er.

H. Schalow, Berlin.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 42.

18. Oktober 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Entstehung des Zuges der Wandervögel.
Von *Dr. Wilh. R. Eckardt, Essen.* S. 605.

Besprechungen:

Ratgeber für das Selbststudium. Von *K. Fajans, München.* S. 609.

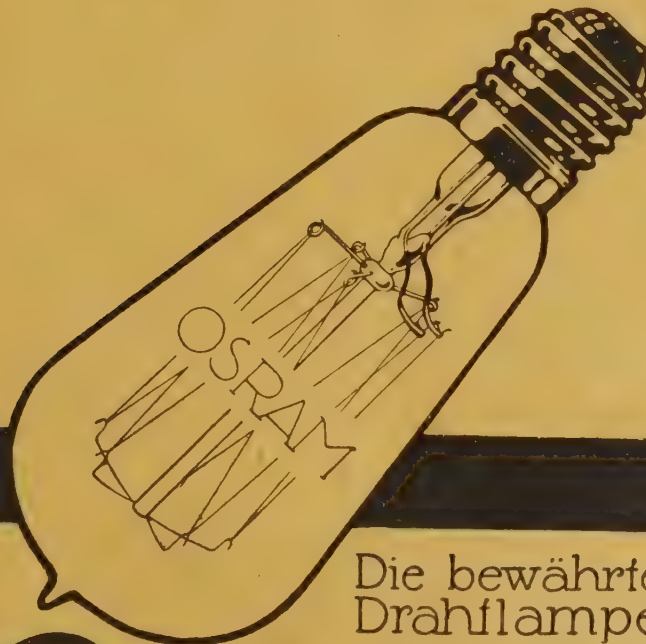
Astronomische Mitteilungen:

Ueber die Helligkeit des Himmels nach Lamberts
Photometrie. Neues über die Jupiterplaneten.

Periodische Kometen. Sterne mit größere
Eigenbewegung. S. 613—614.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen
Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen
Akademie der Wissenschaften in Wien, der
Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu
Würzburg. S. 614—618.



Die bewährte
Drahtlampe

Osram

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Pettiselle angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depots-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.



Handbuch der Mineralchemie, herausgegeben von C. Doelter,
Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von G. Steinmann und O. Wilckens,
Goldschmidt, V., Atlas der Kristallformen,
Handwörterbuch der Naturwissenschaften,
liefert zur Erleichterung der Anschaffung auf Wunsch gegen erleichterte Zahlungsbedingungen. Anfragen erbeten an

Buchhandlung Hermann Meusser,
BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kürzlich erschien:

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Dr. W. Ahrens in Rostock

Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10 ccm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

18. Oktober 1918.

Heft 42.

Über die Entstehung des Zuges der Wandervögel.

Von Dr. Wilh. R. Eckardt,

Wetterdienstleiter und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium Essen.

Zu den fesselndsten naturwissenschaftlichen Problemen gehört unstreitig das vom Wanderzug der Vögel¹⁾; freilich ist es zugleich auch eines der schwierigsten, vor allem wegen der zahlreichen für seine erfolgreiche Lösung in Frage kommenden Einzeldisziplinen.

Die beiden Kardinalfragen des Problems lauten: *Wie zieht der Vogel?* und: *Warum zieht der Vogel?* Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die erste Frage beantwortet sein muß, ehe wir an die Lösung der zweiten denken können. Denn der Vogelzug ist ebenso ein geologisch-geographisches wie rein biologisches Problem und es leuchtet ohne weiteres ein, daß beide Fragen wechselseitig ineinandergreifen und daher nicht immer scharf getrennt werden können. Ja, es sei schon an dieser Stelle hervorgehoben, daß die Methode, die unter allen Umständen aus dem heutigen „Wie“ das „Warum“ der früheren Zeiten und der Gegenwart erklären will, zu einem guten Teil verfehlt ist.

Im Klima der größeren Festlandmassen der warmen geologischen Perioden ist selbst für mittlere Breiten eine mehr oder weniger große Regenarmut ein charakteristischer Zug gewesen. Mag die Wüstenbildung im Palaeozoikum und Mesozoikum zu einem großen Teile ihren Grund auch in entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen der Pflanzenwelt gehabt haben, so lassen sich die Folgen dieser Regenarmut doch auch noch bis in die warme Periode der Tertiärzeit hinein verfolgen. Und darüber brauchen wir uns nicht zu wundern. Denn in den warmen Erdperioden muß das ganze Zirkulationssystem der Atmosphäre — auch das außertropische — ein verhältnismäßig trübes gewesen sein, weil jede Abschwächung des thermischen Gradienten notwendigerweise auch eine solche des barischen nach sich zieht, so daß nur mehr oder weniger flache, langsam wandernde und wenig Niederschlag spendende Zyklonen auch in den mittleren Breiten der Erde sich entwickeln konnten. Es ist ferner sicher, daß sich die Wüstenzonen während der warmen Erdperioden

weiter nach den höheren Breiten hin ausgedehnt haben als in der Gegenwart oder gar in der Eiszeit, da bei einer Minderung des Temperaturgradienten und der Zirkulationsgeschwindigkeit die beiden subtropischen Hochdruckgebiete polwärts verschoben werden. Für einen gegen heute bedeutend geringeren barischen Gradienten selbst in polaren Breiten bis in die Tertiärzeit hinein spricht aber auch der damalige stattliche und verbreitete Baumwuchs in jenen Gebieten¹⁾.

Wenn daher grade im Sommer der warmen Erdperioden in subtropischen und mittleren Breiten die Niederschlagsverhältnisse infolge ihrer Unregelmäßigkeit oder Spärlichkeit für den Pflanzenwuchs und somit auch für einen großen Teil der Tierwelt besonders im Innern der Festlandsräume im allgemeinen wenig günstig waren, so mußten sie doch aus thermischen und geographischen Gründen um so günstiger werden, in je höheren Breiten die Länder lagen. Diese günstigen Umstände werden sich mit der Zeit zweifellos viele Vögel zu nutze gemacht haben, indem sie allmählich in höhere Breiten auszuwandern lernten, d. h. also in Gegenden, in denen überhaupt noch keine Vögel vorhanden waren²⁾, weil dort keine entstehen konnten. Denn wenn auch zu Beginn der Tertiärzeit die klimatischen Verhältnisse hier auch während des Winters noch durchaus gute waren, so war es doch ein biologisch ausschlaggebendes Phänomen, das die Vögel stets wieder zu regelmäßiger Auswanderung zwang, da sie sich nicht zu Winterschläfern entwickelten: *die Polarnacht*. Da diese zugleich eine mathematisch-zonale Anordnung besitzt, so liegt es auf der Hand, daß kosmisch-tellurische Gesetze wahrscheinlich heute noch den Vogelzug ebenso regeln, wie die rein geographische Natur der Erdoberfläche.

Wie dem auch sei, darüber kann kein Zweifel sein, daß die Vögel der Polarländer gezwungen waren, der Winternacht südwärts auszuweichen. In gewisser Entfernung von der Polarzone muß aber bei den günstigen Wärmeverhältnissen der Tertiärzeit in der kühleren Jahreszeit ein Zusammenhäufen von Vögeln eingetreten sein. Denn einerseits waren ja die ursprünglich in diesen Breiten beheimateten Vögel z. T. auch während des Sommers nicht mit ihren Art- und Gattungsverwandten sämtlich nach Norden gezogen und

¹⁾ Vgl. hierüber die Abhandlungen des Verfassers: Das Zugstraßenproblem der Wandervögel. „Die Naturwissenschaften“ 1913, Heft 30, sowie W. R. Eckardt, Vogelzug und Vogelschutz („Aus Natur und Geisteswelt“) Leipzig 1910 und die hier zitierte Literatur.

¹⁾ Vgl. hierüber: W. R. Eckardt, Über Grundlagen und Theorien der Palaeoklimatologie. „Die Naturwissenschaften“ 1914, Heft 9.

²⁾ Vgl. hierüber die Erörterungen des Verfassers über die Bedeutung des lebenerhaltenden weiten Raumes in der Schrift: „Vogelzug und Vogelschutz“, Leipzig 1910.

blieben als Standvögel auch den Winter über an Ort und Stelle, da sie ja keine Veranlassung von Seiten des Klimas hatten, sich auf die Wanderschaft zu begeben, und andererseits brachten die vom Norden her sich zugesellenden Zugvögel ihren Nachwuchs, den sie während des günstigen Polarsommers großgezogen, mit. Eine gewisse Übervölkerung mußte hier also eintreten und gegen eine solche werden sich diejenigen Vögel am hartnäckigsten und erfolgreichsten gewehrt haben, die als Standvögel daselbst dauernd beheimatet waren. Aller Wahrscheinlichkeit nach lernten allmählich die einmal mit dem stärksten Wandertrieb ausgestattet, d. h. die am weitesten nordwärts gewanderten Vögel, auch am weitesten südwärts wandern, wo im Vergleich zum polaren Verbreitungsgürtel, in dem sich Zug- und Standvögel als z. T. dieselben Arten trafen, infolge der klimatischen Bedingungen mehr als ein Minimum von Existenzmöglichkeit für sie vorhanden war. So entstand wahrscheinlich die Erscheinung im Vogelzug, die wir heute bei einer Anzahl von Zugvögeln als „Überwandern“ kennen gelernt haben, und die darin besteht, daß die nördlichsten Arten weiter nach Süden ziehen als ihre südlichen Verwandten.

Es kommt hinzu, daß die günstigen Belichtungsverhältnisse des Sommers der hohen Breiten auch noch in anderer Weise sehr vorteilhaften Einfluß auf das Vogelleben ausüben, und zwar auf den wichtigsten Akt: die Fortpflanzung.

Es ist eine bewiesene Tatsache, daß sich die Entwicklung der jungen Vögel im hohen Norden mit größerer Schnelligkeit vollzieht als in mittleren Breiten. „Namentlich bei fast allen größeren und großen Wald- und Schwimmvögeln,“ bemerkt *Gloger*¹⁾, „scheint mir dieser Zeitraum erstaunlich kurz. Bei den hochnordischen Gänsen z. B. dauert er wenig oder nicht über 4 Monate; ja, bei der Ringelgans auf Spitzbergen, wo dieselbe in großer Menge nistet, beträgt er wenig oder kaum über 3 Monate.“ Was ferner die hochnordische Singschwangruppe anlangt, so hat *O. Heinroth*²⁾ darauf hingewiesen, daß bei dieser das Schwingenwachstum nach der Mauser etwa 2 Wochen schneller von statten geht als bei den in niederen Breiten beheimateten Schwänen, und in hohem Grade bemerkenswert ist ferner auch noch die Tatsache, daß die Jungen der Singschwäne nicht nur rascher flugfähig werden als andere Schwäne, sondern daß auch die Brutzeit der Singschwänen erheblich kürzer ist als die der anderen Schwäne.

Es wäre zoologisch falsch, wollten wir alle diese Tatsachen lediglich als zweckmäßige Anpassungen der betreffenden Vögel an die eigentümlichen klimatischen Verhältnisse der Polarzone

auffassen, etwa einfach auf Grund des Selektionsprinzips. Wir glauben vielmehr, daß diese Anpassungen zum größten Teile eine tiefere, d. h. physiologische Ursache im Vogelorganismus selbst haben, die indessen schließlich den klimatischen Eigentümlichkeiten der Polarzone zuzuschreiben ist. Und in dieser Hinsicht dürfte *Meydenbauer* mit seiner Theorie durchaus das Richtige getroffen haben, wonach der enormen Verdauungskraft der Vögel in den langen Tagen der hohen Breiten am besten zum Vorteil des Organismus Rechnung getragen wird, so daß ein derartig schnelles Wachstum der Vogelindividuen usw. vor sich gehen kann. Die Theorie *Meydenbauers* selbst gipfelt in dem Satz, daß der einzige mit absoluter mathematischer Sicherheit wechselnde Faktor zwischen höheren und niederen Breiten: der Sonnenstand, die Hauptursache des Vogelzuges sei. Hierin ist entschieden die starke Seite der *Meydenbauerschen* Theorie zu erblicken. Auf der anderen Seite freilich war *Meydenbauer* zu weit gegangen, indem er behauptete, daß z. B. die weit kürzeren Tage in niederen Breiten überhaupt nicht mehr ausreichend seien zur Heranführung der Jungen unserer Zugvögel. Und damit hatte *Meydenbauer* seine an sich richtige Theorie falsch begründet.

Zweifelloos kamen also die günstigen Belichtungsverhältnisse des Sommers der Ausbreitung der Vögel über den hohen Norden hin sehr zu statten. Von einem anderen Gesichtspunkte aus will *J. Fischer* das Rätsel des Vogelzuges lösen. Er ist in seiner thermo-biologischen Untersuchung über das Problem der Brutung (a. a. O.) der Meinung, daß die Vögel zum Brutgeschäft ohne Zweifel nach dem Süden wandern würden, wenn Wärme das einzige Erfordernis der Brutung wäre; sie suchten hingegen in der Tat den kälteren Norden auf, und dies nicht etwa zur heißen Jahreszeit, sondern im Frühling, wenn eben die Natur vom Winterschlaf erwacht ist. Da nach *J. Fischers* Ansicht zur Brutung ebenso sehr die Kühlung als die Wärme notwendig ist, wandern manche Vögel nach Vollendung der ersten Brut von neuem und suchen zu einer zweiten Brut solche Gegenden auf, wo trotz vorgeschrittener Jahreszeit die Luft noch die der Brutung vorteilhafte niedrige Temperatur besitzt. So brütet z. B. das Rotschwänzchen im Tatragebirge im April in den Niederungen, um dann auf die Berge, oftmals bis über das Knieholz hinaus, auszuwandern, wo es zum zweitenmal in Felsen nistet. So brüten die Wacholderdrosseln im südlichen Mähren schon Ende März, ziehen aber nach dem Flügengeworden der Jungen nach Norden, um dort zu einer zweiten Brut zu schreiten³⁾.

Wenn man auch aus hier nicht näher zuörternden Gründen nicht in allen Punkten mit der von *J. Fischer* vertretenen Auffassung vom Wesen der Brutung einverstanden sein kann, die

¹⁾ Journal für Ornithologie, 1860, S. 309/310. Vgl. auch *J. Fischer*, Das Problem der Brutung, Leipzig 1913, Seite 64 ff.

²⁾ Beiträge zur Biologie, namentlich Ethologie und Psychologie der Anatiden. Ber. über den V. Internat. Ornithologen-Kongreß, Berlin 1910, S. 697.

³⁾ *K. Floericke*, Jahrbuch der Vogelkunde 1907, Stuttgart 1907, S. 42.

nach seiner Meinung auch die Lösung des Rätsels, das der Vogelzug uns aufgibt, in sich schließt, so enthält seine Theorie doch zweifellos viel Richtiges. Die Vorgänge und Erscheinungen in der Natur bestehen eben wohl nirgends aus einer einfachen, sondern aus ineinander verwobenen Ursachenreihen, und darum dürfte nicht die einfache, sondern die komplizierte Erklärung der Naturprobleme die richtige sein. Das gilt in vollem Umfange auch für den Vogelzug. Denn wenn die hier erörterte Theorie die Entstehung des Phänomens auch in der Hauptsache erklären kann, so kommen doch für die Entstehung des Vogelzuges der sogenannten „Sommerfrischler“ und vor allem solcher Vögel, die ihr Verbreitungsgebiet im Sommer noch fortgesetzt nordwärts ausdehnen, wie z. B. der Girlitz, z. T. andere Umstände in Betracht, wie die Ausdehnung der an den Charakter der Mittelmeerlandschaften erinnernden Parke und Obstgärten unserer Heimat.

Einen „hypothetischen Zugvogel zu konstruieren, der kein Fleisch und kein Blut besitzt, sondern nur unseren Träumen sein Dasein verdankt,“ wie *Fr. Braun* meint, laufen wir in keiner Weise Gefahr, wenn wir auf die diluviale oder selbst tertiäre mit der heutigen z. T. artengleiche Ornis Bezug nehmen, die doch in allen ihren sonstigen Lebensgewohnheiten bereits der heutigen glich, wie aus den Funden im Pariser Gips und aus den am Steinheimer Becken usw. zur Genüge hervorgeht¹⁾. Daß deswegen die Vogelwelt Europas seit der Tertiärzeit vollkommen die gleiche geblieben sei, wird wohl von keinem wissenschaftlichen Forscher behauptet. Den Vogelzug lediglich erst mit der Eiszeit beginnend erklären zu wollen, würde nichts anderes bedeuten, als das Phänomen einfach als etwas Gegebenes hinnehmen. Auch zur Eiszeit hörte der Vogelzug nicht auf, da ja Mitteleuropa z. T. für die meisten Zugvögel durchaus bewohnbar war, denn die Eiszeit hatte ja gar kein abschreckendes Klima; im Vergleich zu heute waren nur die Winter regelmäßig bedeutend kälter und zu dieser Jahreszeit waren die Zugvögel verschwunden, während die Sommer, obwohl kürzer, so doch z. T. wärmer, sicher aber bedeutend trockener waren als heute.

Da in der Tertiärzeit eine der heutigen Vogelwelt sehr ähnliche bereits vorhanden war, und da, wie wir wissen, auch die hohen Breiten von Vögeln bewohnt waren, die infolge der Belichtungsverhältnisse dortselbst Zugvögel gewesen sein müssen, so können wir auf Grund der geschilderten Klimaverhältnisse eine Vorstellung davon gewinnen, wie der Vogelzug allmählich entstanden ist. Da indessen die mittleren Breiten Europas in der ersten Hälfte des Tertiärs auch während des Winters recht hoch temperiert waren, so daß dortselbst auch solche Vögel als Standvögel existieren konnten, die heute Zugvögel sind, so wird damals

ein Vogelzug in der Hauptsache wohl nur zwischen höheren und mittleren Breiten stattgefunden haben, und erst der weitere Verlauf der Tertiärzeit und besonders die Eiszeit dürfte jene Entwicklung der Weltreisen der Wandervögel zur Folge gehabt haben, die uns beim heutigen Zug der Vögel mit Bewunderung erfüllt. Denn während zur Tertiärzeit zwischen der Polarzone und dem subtropischen Wüstengürtel Gelegenheit zum Überwintern zahlreicher Vögel zweifellos vorhanden war, war diese Möglichkeit zur Eiszeit nicht nur infolge der Klimaverschlechterung und der Ausdehnung des Eises, sondern auch infolge von Gebietsverringerungen in Form von großen Landsenkungen im Mittelmeergebiet nicht mehr gegeben. Die Zugvögel waren also gezwungen, in der großen Mehrzahl unmittelbar das Tropengebiet selbst zum Zwecke der Überwinterung aufzusuchen. Das gilt z. B. vom Storch, der im ganzen Mittelmeergebiet keine großen sumpfigen Niederungen findet, die ihn in großen Scharen den Winter über ernähren könnten. Das gilt vom Kuckuck, der in den winterwärmeren Strichen desselben Gebietes als Waldvogel keine ihm zusagenden Plätze findet.

Keinesfalls kann die Eiszeit bei der Frage nach der Entstehung des Vogelzuges außer acht gelassen werden; vielmehr dürfte sie eine ganz hervorragende Rolle spielen, wie *Chr. Deichler*¹⁾ überzeugend auseinandergesetzt hat; in der Hauptsache geht *Deichler* von der Beobachtung aus, daß viele Zugvögel im Herbst noch einmal anfangen zu singen, Nester zu bauen, um plötzlich das Begonnene abzubrechen und sich auf die Wanderung zu begeben. Die Erklärung dieser auffallenden Tatsache ist nach *Deichler* sehr einfach. „wenn man annimmt, daß diese Vögel vor der Eiszeit, als bei uns noch Tropenklima herrschte, im Herbst noch eine Brut zu machen pflegten, und daß mit Beginn der Eisperiode der Eintritt der Kälte grade in diese Zeit fiel und sie zwang, alles im Stich zu lassen und schleunigst abzureisen. Trotzdem sitzt die jedenfalls durch die lange dauernde warme, tertiäre Periode erworbene Gewohnheit so fest, daß sie immer noch einzeln, wie einst sämtlich, die Herbstbrut beginnen; andererseits aber hat sich auch während der langen Zeitdauer der Erdperiode die Notwendigkeit, zu dieser Zeit die Heimat zu verlassen, so sehr weitervererbt und schließlich zu einem unbewußten Triebe herausgebildet, der sich bis auf unsere heutigen Tage erhalten hat, daß viele Vögel heute abreisen, trotzdem bei dem jetzigen Klima sie noch wochenlang reichliche Nahrung finden würden, und noch kein direkter Grund für sie vorliegt, die angefangene Brut im Stich zu lassen. Derartige durch lange Zeit hindurch erworbene Gewohnheiten bilden sich, wie man sieht, zu einem Trieb aus, der zu einer spezifischen Eigentümlichkeit wird und sich weiter vererbt.“ Auch die schon längst bekannte auffallende Tatsache, daß die

¹⁾ Vgl. hierüber *W. Zude*, Das Vogelleben der Urzeit. Mitteilungen über die Vogelwelt, herausgeg. v. Dr. *K. Floericke*, 1915.

¹⁾ Journal für Ornithologie 1900.

Störche westlich der Weser auf ihrem Herbstzuge in südwestlicher Richtung abziehen, ist auf die Eiszeit zurückzuführen, wo das Verbreitungsgebiet des Vogels durch die Gletscherausdehnung getrennt war. Als die Gletscher am Schlusse der Diluvialzeit zurückwichen, fand dann eine Besiedelung Mitteleuropas durch den Storch von Südwesten und Osten her statt. Die alten Zuggewohnheiten wurden aber bis auf den heutigen Tag beibehalten¹⁾.

Aber wenn auch die Eiszeit eine große Rolle bei der Entstehung des Vogelzuges spielt, so darf man doch andererseits auch ihre Bedeutung in dieser Hinsicht nicht überschätzen. Denn sie kann, wie *Hilzheimer*²⁾ treffend bemerkt, nie den Vogelzug auf der Südhalbkugel erklären, da eben die diluviale Eisperiode hier im Vergleich zur Nordhemisphäre bedeutend schwächer auftrat. Auch hier geht daher der Vogelzug sicherlich bereits auf das Tertiär zurück, und es kommen für seine Entstehung in gleicher Weise die Belichtungsverhältnisse der auch damals günstig temperierten Antarktis in Betracht. Ja, selbst der innerhalb des Tropengürtels stattfindende Vogelzug kommt schließlich auch auf den wechselnden Sonnenstand hinaus, der seinerseits Regen und Trockenzeit dortselbst bedingt.

Das Zurückgreifen auf Eiszeit und Tertiärzeit läßt sich nun und nimmer umgehen, wenn wir eine Erklärung der Entstehung des Vogelzuges anstreben. Tertiäre Zugvögel „ohne Fleisch und Blut“ hat nur *Kurt Graeser* in seiner sonst besonders hinsichtlich der Instinktfrage³⁾ sehr beachtenswerten Schrift „Der Zug der Vögel“ (3. Aufl., Leipzig 1911) konstruiert, indem er ganz im Gegensatz zu unseren wissenschaftlichen Anschauungen über die Entwicklungstheorie annimmt, daß die Vögel ehemals bessere Flieger und rastlosere Wanderer in der Tertiärzeit gewesen seien; und daß der heutige Zug nur noch ein kümmerlicher Rest jener früheren weltweiten Reisen sei. Vielmehr ist das Gegenteil der Fall, nachdem wir wissen, daß der Urgreif, die reptilische *Archaeopteryx*, ein Vogel mit nur kümmerlichem Flattervermögen gewesen ist.

Um überhaupt alles Hypothetische, was mit jedem Zurückgreifen auf die geologische Vergangenheit verknüpft ist, gänzlich auszuschalten, hat *W. Gallenkamp* versucht, die Zugbewegung

nur mit auch heute noch andauernd wirkenden Faktoren zu verknüpfen. *W. Gallenkamp* selbst sagt hierüber¹⁾: „Die Verallgemeinerung dieser Beobachtung legte die Annahme nahe, daß, wie für die meisten Tiere eine gewisse, hauptsächlich durch thermisch-klimatische Verhältnisse bedingte Verbreitzone existiert, so auch für jede Vogelart eine ebensolche mehr oder weniger schmale, durch Isothermen begrenzte Existenzzone besteht. Der gewaltige Vorteil, den der Vogel nun gegenüber den anderen Tieren besitzt, besteht darin, daß er auch schnellen und gewaltigen Veränderungen oder Verschiebungen seiner Verbreitzone mit Leichtigkeit folgen kann. Solche Verschiebungen finden nun tatsächlich jedes Jahr statt und dokumentieren sich in dem regelmäßigen jährlichen Vorrücken und Wieder-Zurückgehen der Isothermen im Frühling resp. Herbst. Dieses Wandern des Vogels mit seiner Existenz- oder Wohlbefindenszone bildet nun den alljährlichen Frühlings- und Herbstzug.“

Wenn auch diese Theorie in keiner Weise ein Zurückgreifen auf hypothetische frühere Verhältnisse erfordert und sich aufs engste auch im Detail an die tatsächliche beobachtete Parallelität der Wanderung mit den Isothermen anschließt, so ist doch, wie *Gallenkamp* selbst meint, auch sie weit davon entfernt, alles zu erklären oder alle ihre Konsequenzen durch die Wirklichkeit bestätigt zu sehen. Sie ist mit anderen Worten eben einseitig, wie jede Einzeltheorie, und somit nur eine Teilwahrheit, und zwar eine recht geringe, da sie sich nur an Zustände hält, welche die gegenwärtige geographische Verbreitung der Zugvögel mitbedingen hinsichtlich der Phaenologie ihrer Nahrungstiere²⁾, alle anderen Momente aber unberücksichtigt läßt, vor allem eben auch die Vergangenheit, in der die Wärmeverhältnisse und die Verbreitung der Zugvögel ohne allen Zweifel ganz andere waren. Immerhin ist auch die von *Gallenkamp* über alles geschätzte Untersuchungsmethode sehr wertvoll, da auch sie Licht auf die Entstehung des Vogelzuges zu werfen vermag, wenn auch weniger für die Zugverhältnisse in Mitteleuropa, worauf sich *Gallenkamps* Feststellungen erstrecken, als noch eher für die nordamerikanischen Verhältnisse. Hier hat es sich herausgestellt, daß bei dem Mangel westöstlich streichender Gebirgsketten, wie wir sie in der Alten Welt finden, viele nordamerikanische Zugvögel nicht in einem Zuge von ihren nördlichen Brutplätzen nach Süden fliegen, sondern der ungünstigen Jahreszeit allmählich nach Süden ausweichen, bis sie die südlichste Grenze ihres Ausbreitungsgebietes erreicht haben. „Hier war-

¹⁾ Überhaupt besteht die deutsche Vogelwelt in der Hauptsache aus zwei Elementen: einem östlich nördlichen und einem westlich südlichen. Vgl. hierüber: *O. Kleinschmidt*, Die Singvögel der Heimat, Leipzig, 1913, S. IV sowie das von demselben Ornithologen herausgegebene hochwichtige, wissenschaftliche Werk „Berajah“ in Verbindung mit der Zeitschrift „Falko“.

²⁾ Handbuch der Biologie der Wirbeltiere, Stuttgart 1912, S. 441.

³⁾ So kann z. B. nach *Graeser* die biologische Ursache des Vogelzuges, wie auch die Wanderungen anderer Tiere, mit Recht nur in tiefgewurzelten, in eine sehr weit zurückliegende Vergangenheit zurückweisenden Instinkten gesucht werden.

¹⁾ Wesen und Ursache des Vogelzuges. „Die Umschau“ 1910, Nr. 17.

²⁾ Vgl. hierüber: *Koepert*, Die Ankunft unserer Zugvögel in ihrer Abhängigkeit von der Phaenologie ihrer Nahrungstiere und deren Nahrungspflanzen. Naturw. Wochenschr. Nr. 8, 1905. Vgl. auch *Gaea*, Heft 10, 1905 den Aufsatz: „Beiträge zur Vogelzugfrage“ sowie *Gaea*, 1900, Heft 6.

ten sie, bis die Temperatur wieder milder wird. Dieser wärmeren Luftströmung folgen die Vögel dann nach Norden, aber nur, soweit sie das Eis schmilzt. Hier warten sie dann ab, bis eine zweite wärmere Luftströmung den Winter wieder weiter nördlich zum Weichen bringt und so fort, bis sie ihr Endziel erreicht haben. Dieses Vorrücken wird von den Amerikanern mit einer Welle verglichen, und eine erste, zweite Welle usw. unterschieden.“ Aber trotzdem ist auch in Nordamerika kein vollkommen strenger Parallelismus zwischen Temperatur und Zug vorhanden. Denn die Vögel überholen oft die langsam von Süden nach Norden über den Kontinent ziehende Frühlingswoge, indem sie in immer kältere Regionen wandern, in denen erst nach ihrer Ankunft der eigentliche Frühling eintrifft. Und bezüglich der ungarischen Zugvögel hat *Hegefoky*¹⁾ gezeigt, daß die Temperatur der Ankunftsperiode von Jahr zu Jahr schwankt und die Ankunft nicht bei demselben Wärmegrad stattfindet. Der Vogel scheint demnach auf seinem Zuge weniger von der Wärme als von der Zeit — das ist aber nichts anderes als der Sonnenstand — abhängig zu sein. Immerhin bemerkt *Hilzheimer* mit Recht, daß die amerikanischen Zugvögel z. T. mehr unseren Strichvögeln gleichen und daß ihre Wanderung in viel deutlicherer, weil direkter Abhängigkeit von der Kälte, bzw. von dem dadurch hervorgerufenen Nahrungsmangel erscheine. Und mit Recht ist er weiterhin der Meinung, daß dieselbe Ursache auch bei uns ehemals (d. h. eben zur Tertiärzeit) zur Entstehung des Vogelzuges geführt haben müsse und daß sich geringe Spuren davon ja auch heute noch bei unseren Zugvögeln erhalten hätten. Es sei hier nur an die bereits oben erwähnten Wacholderdrosseln Südmährens sowie an die nordischen Schwimmvögel erinnert, die nach *Kobelt* vielfach auf den Watten der Nordsee verweilen und nur, wenn diese sich auf große Strecken hin mit Eis bedecken, weiter südwärts wandern oder auf offenen Stellen der Binnenseen eine Zuflucht suchen. Wir haben somit auch heute noch auf der Erde gewissermaßen alle Übergänge zwischen „Entstehung“ und höchster Vollendung der Zugscheinung.

Zum Schluß müssen wir bei der Entstehung des Vogelzuges noch einer Theorie, oder besser gesagt Hypothese, gedenken: der Simrothschen Pendulationstheorie. Dieser Hypothese ist auch bezüglich des Vogelzuges jede Bedeutung abzusprechen, nachdem ich bereits an anderer Stelle²⁾ gezeigt habe, daß nicht nur nicht alle Eigentümlichkeiten der geologischen Klimate mit ihrer Hilfe zu erklären sind, sondern die klimatischen Verhältnisse mancher geologischen Epochen zu

dieser Hypothese geradezu in direktem Gegensatz stehen.

Ich schließe mich daher vollkommen dem Urteil von *Fritz Braun*¹⁾ an, welches dieser über den Wert der Pendulationstheorie für den Vogelzug fällt, indem er sagt: „Ich vermute, daß eine spätere Zeit über diese Dinge sehr herzlich lachen wird. Es müßte ja wunderbar zugehen, wenn sich nicht ein paar Dutzend Einzelfälle auftreiben ließen, mit denen man solche allgemeinen Theorien stützen könnte. Mir erscheint aber schon der Umstand sehr verdächtig, daß in all diesen Fällen die Theorie früher da ist als die einzelnen Beobachtungen. Nicht die sinnlichen Wahrnehmungen führen mit zwingender Notwendigkeit zu der Theorie, sondern man sucht schlechthin Belege aufzutreiben, um die a priori vorhandene Lehrmeinung zu stützen.“ Ebenso ist es mehr als eine arge Selbsttäuschung, wenn man aus einer Nordwärtswanderung von südlichen Vogelarten oder aus dem Verbleib von wenigen Exemplaren gewisser Zugvogelarten während des Winters in Mitteleuropa auf die Wiederkehr einer Tertiärzeit sich zu schließen erkühnt. Eine solche wird nicht nur noch lange auf sich warten lassen, sondern sie ist bei der gegenwärtigen Konfiguration der Festland- und Meeresräume einfach unmöglich.

Die Frage, wie sich der Vogelzug heute vor unsern Augen abspielt, wollen wir in einem späteren Aufsatz erörtern. Darin sollen auch die namentlich im Weltkrieg von Seiten unserer Feldgrauen zahlreich gemachten Einzelbeobachtungen, die sich zu einem großen Teil als sehr wertvoll herausgestellt haben, Berücksichtigung finden. Auch in jenem kommenden Aufsatz wird sich noch öfter Gelegenheit bieten, auf das „Warum“ des Vogelzuges einzugehen.

Besprechungen.

Ratgeber für das Selbststudium (polnisch). Methodische Anleitungen für Studierende. Herausgegeben von A. Heflich und S. Michalski mit Unterstützung aus dem Mianowskischen Fonds zur Förderung wissenschaftlicher Arbeit. Neue Auflage. Bd. I. *Mathematik*. Warschau, S. Michalski, 1915. XXXIV, 618 S. Bd. II. *Physik*, bearbeitet von M. von Smoluchowski †, *Geophysik und Meteorologie*. Warschau, S. Michalski, 1917. VIII, 526 S. Preis geh. je M. 5,—.

Die vorliegenden zwei Bände bilden den Anfang einer vollständig neuen Bearbeitung des großzügigen polnischen Werkes, das im Jahre 1898 in Warschau zu erscheinen begann. Der Zweck des Werkes ist nach den eigenen Worten der Herausgeber, „allen, die durch Selbstunterricht in weitestem Sinne des Wortes (von den Anfangsgründen bis einschließlich zum akademischen Studium) bestimmte Kenntnisse in einem gewissen Wissenszweige anstreben, möglichst verlässliche methodische Anleitung zu geben, sowie bei der Wahl der geeigneten Lehrmittel und der Anordnung des Studienganges an die Hand zu gehen“. In der ersten Auflage wurden diese methodischen Anleitungen für

¹⁾ Vgl. hierüber: Meteorolog. Zeitschr. 1908, Heft 6 und Ornith. Zeitschr. „Aquila“ Bd. 13, 1906 sowie W. R. Eckardt, Über den Einfluß der meteorologischen Verhältnisse auf den Vogelzug. Prometheus 1912, Jahrg. 24, Heft 9 und 10.

²⁾ W. R. Eckardt, Palaeoklimatologie. Sammlung Göschen, Leipzig und Berlin 1910, S. 127.

¹⁾ Neuere zur Theorie des Vogelzuges. 33. Ber. des Westpreuß. Botan.-Zool. Vereins, Danzig 1911.

alle Wissenszweige in folgender Weise auf vier Bände verteilt: I. Mathematik und Naturwissenschaften nebst ihren Anwendungen. II. Philologie und Geschichte. III. Sozial- und Rechtswissenschaft. Philosophie. IV. Philosophie, Pädagogik, Bildungswesen. An diese den eigentlichen Zweck des Unternehmens bildenden 4 Bände von Anleitungen schlossen sich 2 Serien von Vorträgen an. Die erste Serie, genannt „die Welt und der Mensch“ (2 Bände bei der 1. Auflage 1903—1905 und 4 Bände bei der 2. Auflage 1908—1913), war der Anwendung des Entwicklungsgedankens auf die verschiedensten Erscheinungen gewidmet und umfaßte Aufsätze, wie z. B. die Entwicklung des Weltalls, der Erde, des organischen Lebens, der Sprache, der wirtschaftlichen Verhältnisse, der Moral, der Kunst usw. Die zweite Serie führte den Titel „Geschichte des Denkens“ und behandelte in 4 Bänden (1907—1911) die Entwicklungsgeschichte der meisten Wissenschaften.

Es ist kein Zufall, daß diese einzigartigen methodischen Anleitungen — ein analoges Unternehmen existiert, soweit es mir bekannt ist, nur noch in russischer Sprache — gerade in dem früheren Russisch-Polen entstanden sind. Spielte doch dort der Selbstunterricht im eigensten Sinne des Wortes eine viel größere Rolle als in Westeuropa. Die systematischen Hemmnisse, die die zaristische Regierung der Verbreitung des Wissens dort in den Weg legte, machten jedes Mittel, das geeignet war die Bildung zu fördern, zu einer großen Wohltat. So fanden in dem „Ratgeber“ wertvolle Anleitungen vor allem diejenigen, die bei Ergreifung irgendeines Berufes die großen Mängel ihrer Mittelschulbildung empfanden. Aber auch intelligentere Schüler höherer Gymnasialklassen konnten sich in den seltensten Fällen mit dem Wissen zufrieden geben, das ihnen von Lehrern dargeboten wurde, deren Aufgabe in erster Linie in der Russifizierung der Schüler und erst in zweiter Linie in deren Ausbildung bestand. Auch die für die russische Universität in Warschau fast ausnahmslos aus Rußland gesandten Lehrkräfte wurden oft nach politischen Gesichtspunkten von der Regierung ausgewählt, und so konnte von irgendeinem Kontakt zwischen der Universität und den polnischen gebildeten Kreisen nicht die Rede sein. Daß unter diesen Umständen ein Werk, wie der Ratgeber, einem dringenden Bedürfnis entsprach, braucht nicht näher begründet zu werden. Kein Wunder, daß die erste Auflage der Anleitungen längst vollkommen vergriffen war.

Die nun erscheinende Auflage, deren Bearbeitung vor dem Kriege begonnen wurde, mußte von Grund aus neu gestaltet werden. Nicht nur, daß in den seit der ersten Auflage verflossenen Jahren die *wissenschaftliche Literatur, in deren kritischer Sichtung eine der Hauptaufgaben des Ratgebers besteht*, ein neues Gesicht erhielt und daß auch die Methodik des Unterrichts in manchen Disziplinen sehr wesentliche Veränderungen erfahren hat, sondern es sind auch sowohl der Kreis der Leser als auch deren Bedürfnisse andere geworden, und zwar wiederum unter dem Einfluß politischer Entwicklungen. Die revolutionäre Bewegung der Jahre 1905—1907 hat in kultureller Hinsicht ein wichtiges Ergebnis für Polen gezeitigt: die russische Regierung sah sich gezwungen, die lang versagte Genehmigung zur Gründung von Bildungsanstalten mit polnischer Unterrichtssprache zu erteilen. In kurzer Zeit entstanden polnische Volks- und Mittelschulen, Gymnasien, Fortbildungskurse aller Art, ja es gelang sogar Mittel aufzubringen, um in Warschau eine Wissenschaftliche Gesellschaft mit einer Reihe von

Forschungsinstituten und Laboratorien zu gründen. Nun machte sich ein dringendes Bedürfnis fühlbar nach methodischen Anleitungen nicht nur für die Lernenden sondern auch für die große Zahl neuer Lehrkräfte. Auch die nun ermöglichte Forschungsarbeit verlangte eine besondere Vorbereitung. Eine andere wichtige Erscheinung brachte die neue Lage mit sich. Der heiße Wunsch der Polen nach der Rückverwandlung der im Jahre 1869 aus der früheren polnischen sogenannten Hauptschule in Warschau gebildeten russischen Universität in eine polnische wurde von der russischen Regierung auch diesmal unerfüllt gelassen. Die Polen antworteten mit einem Boykott der Warschauer Universität und des Polytechnikums, der bis in den Krieg hinein streng durchgeführt wurde. Die polnische studierende Jugend ging zum Teil an die Universitäten und Hochschulen in Rußland, zum Teil an die in Krakau und Lemberg und zum großen Teil ins Ausland.

Auch sie alle bedurften eines Ratgebers bei der Auswahl des Studienortes, eine Einführung in das ausländische Unterrichtssystem, sie brauchten aber auch eine Informationsquelle über die besonderen Bedürfnisse ihres Vaterlandes, in dem sie ja später die im Auslande erworbenen Kenntnisse anwenden sollten.

Allen diesen vielseitigen Bedürfnissen sollte die neue Auflage des „Ratgebers für das Selbststudium“ entsprechen. Und wenn auch die neuen Bände bei ihrem Erscheinen die durch den Krieg gebrachten großen Veränderungen vorgefunden haben, darunter die so wichtige Eröffnung der polnischen Hochschulen in Warschau, so ist nicht zu zweifeln, daß der „Ratgeber“ auch jetzt von größtem Nutzen sein wird.

Obwohl der „Ratgeber“ seine ursprüngliche Entstehung nicht zuletzt den geschilderten besonderen Bedürfnissen in Polen verdankt, könnte m. A. n. ein derartiges Werk, auch in jedem anderen Lande, den betreffenden Verhältnissen angepaßt, große Dienste leisten. Es wird deshalb wohl für manchen Leser dieser Zeitschrift von Interesse sein, wenn hier auf den Charakter des Unternehmens etwas näher eingegangen wird.

Die neue Auflage ist viel breiter angelegt als die erste. Während in dieser die „Anleitungen“ für alle Wissenszweige, wie erwähnt wurde, in 4 Bänden behandelt worden sind, sind jetzt für die Mathematik und Naturwissenschaften allein 6 Bände in Aussicht gestellt. Die einzelnen Wissenschaften oder deren Teilgebiete werden von den besten polnischen Gelehrten nach ungefähr demselben allgemeinen Plan bearbeitet. Es wird deshalb zur Orientierung genügen, hier nur eine solche Bearbeitung zu besprechen, und zwar wähle ich den bis jetzt ausführlichsten, der Physik gewidmeten Artikel.

Es ist das beste Zeichen dafür, welche Bedeutung dem Unternehmen in polnischen wissenschaftlichen Kreisen zugeschrieben wird, daß es den Herausgebern gelungen ist, für die Bearbeitung der Physik *Maryan von Smoluchowski*, weiland Professor der Physik an der Universität in Krakau zu gewinnen. Dieser vor Jahresfrist leider so jung verstorbene Gelehrte, der in der ganzen wissenschaftlichen Welt einen glänzenden Ruf genoß, war zweifellos der hervorragendste zeitgenössische polnische Physiker. Die große Klarheit, die Tiefe und der Schwung, die seinen theoretischen Forschungen eigen waren, finden sich nun auch in diesem pädagogischen Werke wieder.

Die Arbeit von *Smoluchowski*, die den größten Teil

des II. Bandes des „Ratgebers“ ausfüllt, umfaßt 383 Seiten nebst einem ausführlichen (37 S.) Namen- und Sachregister. Sie beginnt mit einer allgemeinen Einleitung (60 S.), in der folgende Fragen besprochen werden: Der Gegenstand der Physik und ihr Verhältnis zu anderen Naturwissenschaften; das Ziel der Physik und ihre Methode, insbesondere die Rolle der Induktion und Deduktion, der Beobachtung und des Experiments; das Messen, die mathematische Formulierung der experimentellen Resultate; die Bedeutung der Hypothesen und Theorien und deren Arten. Zum Schluß wird die Verknüpfung der Physik mit der Mathematik und die Einteilung der Physik besprochen.

Es ist nicht möglich, hier die vielen tief durchdachten Äußerungen von *Smoluchowski* wiederzugeben, die diese Einleitung enthält, nur auf seine originelle Einteilung der Physik werden wir später noch zurückkommen.

Nun folgen die eigentlichen methodischen Anleitungen, die je nach der verschiedenen Vorbildung des Lernenden in drei Stufen eingeteilt sind, von denen jede getrennt behandelt wird.

Die I. Stufe entspricht, wie der Verfasser in der Einleitung zu dieser Stufe erläutert, ungefähr der Vorbereitung, die Kinder im Alter von 10 bis 14 Jahren gewöhnlich in Mittel- oder Fachschulen erhalten, entspricht aber auch den Bedürfnissen Erwachsener, die vor Jahren die Volksschule absolviert haben und nun die Elemente der Physik kennenlernen möchten, um einiges naturwissenschaftliche Verständnis für die Erscheinungen des täglichen Lebens zu gewinnen. Es kommt kaum vor, daß ein Kind selbständig Physik betreibt. Die entsprechenden didaktischen Ratschläge sind deshalb in erster Linie für die Eltern, Erzieher und Lehrer bestimmt, die den Unterricht leiten. Für den Physikunterricht auch auf dieser Stufe wird als Grundprinzip empfohlen, das Hauptgewicht nicht auf die Aneignung von Tatsachen, sondern auf die Gewöhnung zum „Wissenschaftlichen Denken“ zu legen.

Dieses wissenschaftliche Denken wird natürlich einen den verschiedenen Stufen angepaßten Charakter haben müssen. Die erste Bildungsstufe entspricht einer „naiven Weltbetrachtung“, und der Unterricht muß anknüpfen an die unmittelbaren Sinneswahrnehmungen des Beobachters. Als bestes Mittel zu diesem Zweck nennt *Smoluchowski* die besonders von *Armstrong* ausgebildete *heuristische Methode*, die darin beruht, daß der Lehrer durch entsprechende Fragen die Schüler zum selbständigen Auffinden und Erraten der Tatsachen und Gesetze führt. Das schließt in sich die Forderung ein, den ganzen physikalischen Unterricht auf eigenhändige Experimente der Schüler zu stützen. Gewarnt wird dabei davor, diese Übungen erst in höheren Klassen einzuführen, der Verfasser hält sie für ganz besonders wichtig beim Elementarunterricht, wo der Schüler noch keine Fähigkeit zum abstrakten Denken besitzt und; wie gesagt, an die unmittelbare Erfahrung anknüpfen muß.

Für weniger wichtig hält *Smoluchowski* die Ausführung von Versuchen für erwachsene Autodidakten dieser Stufe, die auf Grund ihrer Erfahrung bereits einige Begriffe und Vorstellungen besitzen und hauptsächlich deren logische Verknüpfung und Berichtigung falscher Meinungen anstreben.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen folgt die Angabe der Bücher, die auf dieser Stufe benutzt werden können. Diese *Literaturangaben*, die für alle drei Stufen den Hauptinhalt der Schrift bilden, sind außer-

ordentlich reichhaltig. Vor allem werden die *polnischen* Bücher, sowohl die Originalwerke als auch Übersetzungen, mit einer erstaunlichen Sorgfalt angeführt, dann folgt die ausländische Literatur, nämlich die *deutsche, englische und französische*, von der auch kaum viele wertvolle Werke fehlen. Die Besprechung jedes wichtigeren Buches besteht in der Angabe seines allgemeinen Charakters, des Verhältnisses zu anderen Büchern, der Anforderungen, die es an die Vorbereitung des Lesers stellt, seiner Vorzüge und Nachteile. Diese *Sammlung von Buchbesprechungen*, die mehrere Hundert Titel umfaßt, aus der Feder eines hervorragenden Physikers ist von unschätzbarem Wert und sie leistet durch die systematische Anordnung des Materiales dem Benutzer viel höhere Dienste als die in vielen Jahrgängen der wissenschaftlichen Zeitschriften zerstreuten, mehr oder weniger zufälligen Rezensionen. Welche immense Arbeit die Schaffung eines solchen bibliographisch-kritischen Nachschlagewerkes verlangt, wird jeder beurteilen können, der gewissenhaft Bücherbesprechungen betrieben hat.

Die Literatur der I. Stufe wird folgendermaßen eingeteilt. Zunächst werden Lehrbücher zum systematischen Lernen für Kinder bis zu 14 Jahren angegeben, dann folgen als Ergänzung des Unterrichts gedachte Bücher, die zu lehrreichen und interessanten physikalischen Beschäftigungen und Spielen anregen. An dritter Stelle werden Lesebücher, an vierter Bücher für Erwachsene mit elementarer Bildung angeführt. Das 33 Seiten umfassende der I. Stufe gewidmete Kapitel wird durch Angabe von didaktischen, für Lehrer und Erzieher bestimmten, Büchern abgeschlossen.

Auch der die II. Stufe behandelnde Teil (55 Seiten) beginnt mit einer Charakterisierung des Niveaus, das dem Studium der physikalischen Erscheinungen vom Standpunkte der sie beherrschenden *quantitativen Gesetze* entspricht, soweit dies *ohne Anwendung der höheren Mathematik* möglich ist. Als notwendige mathematische Vorkenntnisse werden die elementare Algebra, Geometrie und Trigonometrie und die Anfänge der analytischen Geometrie genannt. Der Physikunterricht auf dieser Stufe ist in erster Linie für Schüler höherer Klassen von Gymnasien, Real-, Handelsschulen usw. gedacht. Es wird dabei sowohl der Schulunterricht selbst als auch das private ergänzende Selbststudium der Schüler berücksichtigt. Weiterhin sind solche z. B. in der Industrie beschäftigten Personen ins Auge gefaßt, die eine Mittelschulbildung besitzen und aus praktischen Gründen eine Vertiefung ihrer physikalischen Kenntnisse anstreben. Endlich werden auch die Bedürfnisse des gebildeten Publikums berücksichtigt, das die neueren wissenschaftlichen Strömungen und Fortschritte wenigstens flüchtig verfolgen möchte. Für die letzte Kategorie ist die sogenannte *populär-wissenschaftliche Literatur* bestimmt. *Smoluchowski* hält die prinzipielle Geringschätzung, die viele Fachmänner dieser Art der Literatur und ihren Lesern entgegenbringen, für durchaus ungerechtfertigt und hebt hervor, daß z. B. in England die hervorragendsten Gelehrten nicht gescheut haben, ihre Zeit und Kräfte der Popularisierung der Wissenschaft zu widmen, und daß die so entstandenen Bücher als Muster einer derartigen Literatur dienen können. Zu verwerfen sind natürlich solche Produkte, die der vollkommen falschen Meinung ihren Ursprung verdanken, daß zur Schaffung populär-wissenschaftlicher Literatur eine oberflächliche Kenntnis des Gegenstandes genügt.

Auch auf der II. Stufe schreibt *Smoluchowski* dem Experiment eine sehr wichtige Rolle zu, wobei er hier

neben qualitativen Versuchen auch quantitative Messungen empfiehlt.

Die bibliographischen Angaben sind hier folgendermaßen eingeteilt:

1. Systematische Lehrbücher, die die ganze Physik umfassen: a) mit didaktischem Charakter, für den Schulunterricht; b) mit enzyklopädischem und informatorischem Charakter.

2. Anleitungen zu experimentellen Arbeiten: a) für Schülerübungen, b) für praktische Beschäftigungen.

3. Ergänzende Monographien aus allen Gebieten der Physik.

4. Bücher zur Lektüre: a) populär-wissenschaftliche, b) historische und biographische, c) die der Popularisierung wissenschaftlicher Forschung und der höheren Probleme der Gegenwart gewidmeten Werke.

5. Didaktische Literatur.

6. Lehrbücher, die die technischen Anwendungen der Physik berücksichtigen.

Am ausführlichsten (180 S.) ist das der *III. Stufe* gewidmete Kapitel. Als Charakteristikum dieser Stufe dient die erforderliche *Vorkenntnis der höheren Mathematik*, denn obwohl manche Werke zu dieser Stufe gerechnet werden, die die höhere Analysis nicht benutzen, „verlangt ihr Verständnis eine Reife und Exaktheit des Denkens, die nur durch höhere mathematische Schulung gewonnen werden kann.“

Der Verfasser hebt hervor, daß alle Personen, die diese Stufe des Studiums erreicht haben, bis zu einem gewissen Grade Selbstunterricht betreiben. Denn auch die Hochscholstudenten, für die in erster Linie diese Stufe in Betracht kommt, sind im gewissen Maße sich selbst überlassen und genießen eine große Freiheit in der Festlegung ihres Studienplanes. Es werden auf dieser Stufe drei Unterstufen unterschieden, die als „Anfänge“, „Grundlagen“ und „wissenschaftliche Spezialisierung“ bezeichnet werden.

Die *III. Stufe* ist bestimmt in erster Linie für die zukünftigen Fachphysiker, dann für Lehramtskandidaten der Physik, für Astronomen, Chemiker, Mineralogen usw., für Ingenieure, Elektrotechniker usw., schließlich für Philosophen, insbesondere Erkenntnistheoretiker, Logiker, Methodologen. Für jede von diesen Kategorien wird angegeben, welche Unterstufen für sie in Betracht kommen. Dann wird ausführlich die für das Studium verschiedener Gebiete der Physik erforderliche mathematische Vorbildung besprochen und die mathematischen Bücher angegeben, die zur Vorbereitung dienen können. Es wird dabei hervorgehoben, daß die mathematischen Spezialvorlesungen an den Universitäten oft den Bedürfnissen des Physikers nicht entsprechen, da sie wegen der Berücksichtigung aller Feinheiten in einem zu langsamen Tempo das für den Physiker Wesentliche bringen.

Die übliche Einteilung der Physikvorlesungen in Experimentalphysik und spezielle Kapitel der theoretischen Physik hält *Smoluchowski* für wenig rationell. Die „Experimentalvorlesung“ entspricht gewöhnlich der *II. Stufe* und unterscheidet sich von einem guten Schulunterricht hauptsächlich nur durch ein etwas breiteres Tatsachenmaterial und durch die größeren Mittel, die für die Vorlesungsversuche zur Verfügung stehen. Die Berechtigung dieser Vorlesungen ist nach der Meinung des Verfassers nur in dem noch niedrigen Niveau des Schulunterrichtes und dem Mangel an mathematischer Vorbildung der Studenten des ersten Jahres begründet. Weiterhin meint der Verfasser, daß es viel natürlicher und nützlicher wäre, wenn man bei den Vorlesungen der theoretischen Physik

nicht, wie üblich ist, die Tafel als einziges Instrument benutzen würde, sondern wenn diese Vorlesungen mit der Demonstration derjenigen Erscheinungen verknüpft wären, deren tieferes Verständnis erst auf diesem Niveau möglich ist.

Von den nun folgenden vielen wertvollen Ratschlägen, wie die Studierenden dieser Stufe ihr Studium betreiben sollen, sei nur folgendes erwähnt. Als Leitstern stellt der Verfasser auch hier den Satz auf, daß es nicht auf die Häufung von Gedächtnismaterial, sondern auf die Schulung im wissenschaftlichen Denken ankommt. So hält er es für nützlicher, zwei verschiedene Beweise oder Ableitungen eines Gesetzes durchzunehmen, als zwei verschiedene Gesetze. „Die Übereinstimmung der Resultate bildet die Quelle einer freudigen Überraschung, sie stärkt das Vertrauen zur Genauigkeit der Wissenschaft und regt zur Aufsuchung der den angewandten Methoden zugrunde liegenden gemeinsamen Gedanken an.“ „Es ist am besten, nach einem Lehrbuch zu studieren, und andere ähnliche zum Vergleich heranzuziehen.“ Es wird auch besonders das Studium von Originalabhandlungen empfohlen und die große Zweckmäßigkeit der Ausführung wenigstens einer eigenen wissenschaftlichen Arbeit hervorgehoben. Bemerkenswert und für die große Objektivität des Urteils bezeichnend ist, daß *Smoluchowski*, obwohl selbst in erster Linie Theoretiker, für „Doktorarbeiten“ experimentelle Untersuchungen für geeigneter hält als theoretische, da neben der Problemstellung und den Anleitungen seitens des Dozenten bei jenen ein viel größeres Feld zu selbständiger Arbeit des Studenten übrigbleibt als bei diesen.

Die Bibliographie der *III. Stufe* ist ganz besonders reichhaltig. Zunächst werden Werke angegeben, die die ganze Physik oder größere Teilgebiete umfassen, wobei auch die Vorlesungen (*Helmholtz*, *Poincaré* usw.) besonders besprochen werden. Dann folgt die Literatur der Einzelgebiete der Physik. Die Physik wird dabei in drei Hauptgebiete eingeteilt nach den in der Einteilung begründeten Gesichtspunkten, nämlich in die *Thermodynamik*, *Mechanik* und *Elektrizitätslehre*. Diese Einteilung entspricht den drei verschiedenen Gesichtspunkten, von welchen aus versucht wurde, die Gesamtheit der physikalischen Erscheinungen in ein einheitliches System zusammenzufassen. Das mechanische Weltbild ist das älteste; am Ende des XIX. Jahrhunderts machten sich Bestrebungen geltend, es durch das thermodynamische oder energetische Weltbild zu ersetzen, aber auch dieses hat sich überlebt und ist dem jetzt vorherrschenden elektrischen Bild gewichen. Abgesehen von dieser Frage der Vereinheitlichung der gesamten Physik hat aber jede von diesen drei Methoden ihr Bereich von Erscheinungen, in dem sie sich besonders fruchtbar erwiesen hat, und dies rechtfertigt die angedeutete Einteilung. Ganz scharf durchführen läßt sie sich, wie *Smoluchowski* selbst zugibt, natürlich nicht.

Zur Thermodynamik werden gerechnet: die eigentliche Thermodynamik, physikalische Chemie, Elektrochemie, Wärmeleitfähigkeit, kinetische Theorie, Strahlungstheorie. Diese Gebiete und ihr Verhältnis zu einander werden kurz charakterisiert, dann folgt die zugehörige Bibliographie. Ebenso behandelt wird die Mechanik, die die Mechanik des materiellen Punktes und der starren Körper, die Theorie der Elastizität und die Hydrodynamik nebst Akustik umfaßt. Es folgt die Elektrizitätslehre mit ihren Teilgebieten, wie die klassische Theorie der Elektrizität (Potentialtheorie, Elektromagnetismus und Elektrodynamik; Induktion); die

Maxwellsche Theorie, Elektronentheorie, Elektronen in Gasen und Metallen, Radioaktivität, Optik, Relativitätstheorie, Elektrotechnik.

Ein kurzes Kapitel wird dann den Werken gewidmet, die die Grundlagen der Physik behandeln, und das Studium dieser methodologischen und erkenntnistheoretischen Arbeiten wird allen, die tiefer in die Physik eindringen wollen, sehr empfohlen. Es folgen Angaben von Lehrbüchern für Laboratoriumsarbeiten und zwar sowohl für Messungen und qualitative Demonstrationsversuche, wie für Werkstattarbeiten. Das nächste Kapitel behandelt die Werke betreffend die Geschichte der Physik, wobei auch Biographien und Klassikerausgaben Berücksichtigung finden. In einem besonderen Kapitel ist die Entwicklung der Physik in Polen skizziert. Dann folgen Angaben von didaktischen Werken, die der III. Stufe entsprechen, von physikalischen Zeitschriften, Enzyklopädien, Tabellen und bibliographischen Werken.

Einen ganz besonderen Reiz hat das „Schlußkapitel“ des Werkes, das auf 20 Seiten von einer sehr hohen Warte die Richtung und Probleme der heutigen Physik überblickt. Dieses Kapitel beginnt mit kurzen, naturgemäß nur sehr allgemein gehaltenen Andeutungen, wo man noch unbearbeitete Themata für neue Untersuchungen finden kann. Es folgt ein mit sehr sicheren Strichen gezeichnetes Bild der Hauptprobleme der Physik der letzten 20 Jahre, und dann werden die der Meinung des Verfassers nach aktuellsten Fragen der Gegenwart charakterisiert: die Quantentheorie, das Relativitätsprinzip und die mit letzterem verbundenen Forschungen über die Grundlagen der Mechanik und über die Theorie der Gravitation. Mit Bewunderung die Kühnheit der heutigen theoretischen Spekulationen betrachtend sagt *Smoluchowski*: „In der Wissenschaft haben die Romantiker gesiegt. Mit leichtem Herzen zerstören wir ehrwürdige, durch Tradition geheiligte Dogmen, wie die Unveränderlichkeit der chemischen Elemente oder die Unantastbarkeit der Prinzipien der Mechanik, wenn sie uns unpassend erscheinen.“ „Die scheinbar sonderbarsten Ideen empfangen wir mit Enthusiasmus, wie geniale Offenbarungen, wenn sie sich als nützliche Wegweiser in neuen Forschungen erweisen oder wenn sie die Synthese bekannter Gebiete erleichtern. Das heißt aber keinesfalls, daß jetzt unkritische Phantasten gesiegt hätten. Wer sich im genauen mathematischen Denken nicht geschult hat, wer sich bei experimenteller Arbeit oder logischen Deduktionen an Exaktheit nicht gewöhnt hat, wer sich gründliche Kenntnisse aus dem ganzen Gebiete der Physik nicht erworben hat, der soll fernbleiben von der wissenschaftlichen Forschungsarbeit, denn die Physik bleibt, wie sie war, ein Vorbild einer exakten Naturwissenschaft.“

Es mutet als ein Zeichen der Unerschöpflichkeit des Dargebotenen an, daß dieses „Schlußkapitel“ das Werk doch nicht abschließt, sondern daß ihm noch ein 30 S. umfassender *Informationsteil* folgt. In diesem werden behandelt: 1. Wissenschaftliche, der Physik gewidmete Institutionen, wie Akademien und gelehrte Gesellschaften, Eichämter und Forschungsinstitute, dann Museen und Arbeitsstätten, die der Popularisation der Physik dienen, Kongresse. 2. Die Universitäten, und zwar sowohl die polnischen wie auch deutsche, schweizerische und holländische, französische und englische. Die Eigenart des Physikstudiums an den wichtigsten dieser Universitäten wird näher charakterisiert und den Interessenten die Wahl einer bestimmten Universität durch Angabe der Forschungsrichtung der betreffenden

Dozenten erleichtert. 3. Informationsliteratur. 4. Die wichtigsten Lieferanten physikalischer Apparate.

Ich habe hier die große Arbeit von *Smoluchowski* aus dem „Ratgeber für das Selbststudium“ so eingehend besprochen, um den Lesern dieser Zeitschrift, von denen ja aus sprachlichen Gründen nur den allerwenigsten das Original zugänglich ist, einen näheren Einblick in das letzte große Werk des verstorbenen Verfassers zu geben, der unter den deutschen Physikern so viele Freunde und Verehrer besaß. Außerdem glaube ich dadurch am besten gezeigt zu haben, daß ein solches Werk wie der „Ratgeber“, wenn auch ursprünglich besonderen, früher in Polen herrschenden Verhältnissen entwachsen, von außerordentlicher Nützlichkeit auch in jedem anderen Lande sein könnte. Um nur vom Universitätsstudium zu reden, glaube ich, daß es sehr wünschenswert wäre, wenn der Student die Möglichkeit hätte, weniger zufällig, als es nicht selten geschieht, die richtigen, seinen Vorkenntnissen, Interessen und Neigungen entsprechenden Lehrbücher und wissenschaftliche Lektüre auszuwählen. Aber nicht nur beim Fachstudium, sondern auch für Zwecke der allgemeinen Bildung könnte jeder bei der Auswahl des entsprechenden Lesestoffes durch ein derartiges mit Überlegung geschriebenes Werk meistens besser beraten werden, als durch eine flüchtige Auskunft von Bekannten.

Vielleicht werden diese Zeilen einen rührigen deutschen Verleger zur Herausgabe eines deutschen „Ratgebers für das Selbststudium“ anregen.

K. Fajans, München.

Astronomische Mitteilungen.

Über die Helligkeit des Himmels nach Lamberts Photometrie veröffentlicht *T. Banachiewicz* in den *Astronomischen Nachrichten* 207, 113 einige kritische Untersuchungen, wonach der von *Lambert* aufgestellte Satz, das Maximum der Helligkeit trete im Horizont und in der Höhe der Sonne ein, unrichtig ist. Es wird nachgewiesen, daß im Horizontalkreis der Sonne niemals extreme Helligkeiten vorhanden sind, sondern je nach der Zenitdistanz der Sonne bald über, bald unter der Sonne liegen, während im Horizont immer ein Minimum der Helligkeit auftritt. *Banachiewicz* hält diese Betrachtungen für eine geeignete Vorstufe zur Erklärung der Phasenlichtkurve eines mit einer Atmosphäre umgebenen Planeten. Aus einer Umformung des Lambertschen Ausdrucks für die Himmels-helligkeit folgert er bei Annahme einer gleichförmigen und einmaligen Zerstreuung des Sonnenlichtes, daß für eine gegebene Lage der Sonne und nicht allzu große Zenitdistanzen die Helligkeit des Himmels der Sekante der Zenitdistanz proportional ist, wobei die Extinktion mit halbiertem Koeffizienten eingeht. Bei abnehmender Höhe der Sonne ist für die Schwächung des Himmelslichtes ebenfalls die mit halbem Koeffizienten berechnete Extinktion maßgebend. Eine ähnliche Umformung wird mit der Lambertschen Formel für die Helligkeit des Meereswassers vorgenommen. Verbessert man die Formel mit Hilfe des Clausiusschen Korrektionsfaktors, der die ungleichförmige Zerstreuung in ihrer Abhängigkeit vom Winkelabstand von der Sonne berücksichtigt, so findet sich eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen, wenigstens was die weniger brechbaren Strahlen betrifft. Die Abweichungen der Müllerschen Messungen der Venushelligkeit in den verschiedenen Lichtphasenwinkeln von der nach dem Lambertschen Gesetz berechneten geben den allgemeinen Gang der von *Banachiewicz* erhaltenen Zerstreuungs-

funktion wieder; insbesondere ist bei größeren Phasenwinkeln, wo die Theorien versagten, die Darstellung innerhalb der Beobachtungsfehler eine vollständige.

Neues über die Jupiterplaneten. Die interessante Gruppe der Jupiterplaneten oder Trojaner, d. h. derjenigen kleinen Planeten, die um die beiden $\pm 60^\circ$ von Jupiter abstehenden und in seiner Bahn gelegenen Lagrangeschen Librationspunkte periodische Bahnen beschreiben, von denen bis jetzt vier bekannt waren, wurde durch die Entdeckung des Planeten 1917 CQ durch Wolf um einen vermehrt. Über seine Librationsverhältnisse veröffentlichte A. Wilkens in den Astronomischen Nachrichten 207, 9 folgende interessante Mitteilungen: Gemäß den von Berberich berechneten Elementen bildet der neue Trojaner zusammen mit 617 Patroclus die eine -60° vom Jupiter entfernte Gruppe, während die drei übrigen (588 Achilles, 624 Hektor, 659 Nestor) die um $+60^\circ$ abstehende Gruppe zusammensetzen. Er beschreibt um den Librationspunkt eine kleine Ellipse mit der für alle Trojaner gemeinsamen Umlaufzeit von 150 Jahren; die Amplitude seiner Schwingung in Länge beträgt $10^\circ 36,1'$, d. h. er kann sich höchstens um diesen Betrag vom Librationspunkt entfernen. Die Extremwerte seiner mittleren täglichen Bewegung um die Sonne sind $303,99''$ und $249,27''$, also sehr nahe dieselben, wie bei Achilles und Nestor. Das Minimum fand 1911,84 statt, das Maximum fällt auf 1986,84. Der neue Trojaner liegt stets diametral zu Patroclus bezüglich des Librationspunktes. Vernachlässigt man die Exzentrizität des Jupiter und beschränkt sich auf die ersten Potenzen der Abweichungen des Planeten vom Librationszentrum, so ergibt sich, wie schon erwähnt, eine elliptische Bahn mit dem Librationspunkt als Mittelpunkt. A. Koref hat nun in einer in den Astronomischen Nachrichten 206, 235 veröffentlichten Arbeit über die Bahn des Planeten Hektor, der seit seiner Entdeckung im Jahre 1907 in allen Oppositionen beobachtet worden ist, gezeigt, daß, wenn man mit den wahren Jupiterkoordinaten operiert und die Differenzen der heliozentrischen Planetenkoordinaten gegen die des Librationspunktes bildet, diese Koordinatendifferenzen wohl die Gleichung einer Ellipse erfüllen, ihr Zentrum aber nicht in den Librationspunkt fällt. Ebenso muß die z-Koordinate, für welche die Theorie eine reine Schwingung fordert, durch ein konstantes Glied ergänzt werden.

Periodische Kometen. Der Wolsche Komet 1918b wurde nach einem Telegramm Pickerings aus Cambridge (Mass.) am 11. Juli durch Barnard aufgefunden. Weitere

photographische Beobachtungen melden die Astronomischen Nachrichten (207, 79) aus Hamburg-Bergedorf durch Schorr und aus Heidelberg durch Wolf. Für die kommenden Wochen liefert eine Aufsuchungsephemeride von J. Braae (Kopenhagen) folgende Positionen (Astronomische Nachrichten 207, 117):

M. Z. Greenwich 1918	α vera	δ vera	log r	log Δ
Sept. 25,5 . . .	$20^h 7^m 8^s$	$+15^\circ 19,1'$	0,2478	0,0218
Okt. 3,5 . . .	14 40	12 29,3	2395	254
" 11,5 . . .	24 53	9 41,1	2317	317
" 19,5 . . .	37 36	7 0,5	2246	404
" 27,5 . . .	52 30	4 31,8	2181	513
Nov. 4,5 . . .	21 9 23	2 18,8	2124	642

Der Borellysche Komet (1905 II = 1911 VIII = 1918 c) wurde nach einem aus Cambridge eingegangenen Telegramm von Baillaud aufgefunden. Die Astronomischen Nachrichten 207, 135 bringen eine Aufsuchungsephemeride von L. v. Tolnay:

M. Z. Greenwich 1918	α vera	δ vera	log r	log Δ
Sept. 23,5 . . .	$5^h 22^m 10^s$	$-11^\circ 9,5'$	0,1829	9,9978
Okt. 1,5 . . .	38 8	9 38,4	1733	9614
" 9,5 . . .	53 21	7 42,4	1648	9229
" 17,5 . . .	6 7 42	5 12,6	1576	8825
" 25,5 . . .	21 0	1 58,2	1518	8403
Nov. 2,5 . . .	33 3	$+2 14,1$	1477	7974

Sterne mit größerer Eigenbewegung. M. Wolf meldet in den Astronomischen Nachrichten 207, 33 die Auffindung von 6 stärker bewegten Sternen im Sternbild Virgo. Einer von ihnen zeigt eine auffallend große Eigenbewegung ($\Delta s = 3,94''$, $\varphi = 252^\circ$); seine mittlere Position ist für 1918,0 nach M. Mündler

$$\alpha = 13^h 32^m 43,46^s$$

$$\delta = +4^\circ 7' 23,0''$$

Die Eigenbewegungen der übrigen fünf sind von der Größenordnung $0,5''$. — In der Umgebung von γ Sagittae fanden sich trotz der großen Sterndichte von ungefähr 9000 Sternen pro Quadratgrad nur 25—30 Sterne, deren Eigenbewegung $0,1''$ überstieg, in Übereinstimmung mit der Tatsache, daß sich diese Gegend unweit des Sonnenapex befindet.

J. Lense, Wien.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

25. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr von Waldeyer-Hartz.

1. Herr Hellmann sprach über die nächtliche Abkühlung der bodennahen Luftschicht. Aus Beobachtungen an 10 Minimumthermometern, die in je 5 cm Abstand von 5 bis zu 50 cm Höhe über dem Boden aufgestellt waren, wird die Temperaturschichtung unmittelbar über der Erdoberfläche zur Zeit der niedrigsten Temperatur untersucht. In heiteren Nächten ergibt sich eine regelmäßige Zunahme mit der Höhe, die ein Exponentialgesetz befolgt und durchschnittlich $3,7^\circ$ vom Boden bis zu 50 cm Höhe beträgt. Mit Zunahme der Bewölkung um einen Grad der zehnteiligen Skala verringert sich diese Differenz um reichlich ein Drittel

Grad. Bei ganz bewölktem Himmel herrscht Isothermie, bei regnerischem und windigem Wetter besteht eine kleine Abnahme der Temperatur von einigen Zehntel Grad.

2. Herr Hellmann trug sodann vor: Über warme und kalte Sommer. (Ersch. später.) Es wird eine neue Methode zur Klassifikation der Sommer entwickelt und auf die lange Berliner Beobachtungsreihe angewandt. In den letzten 90 Jahren, in denen die Temperaturextreme an Maximum- und Minimumthermometern festgestellt wurden, waren die heißesten Sommer die von 1834, 1868, 1911 und die kältesten die von 1840, 1844, 1871, 1913, 1916. Die Bedingungen für das Eintreten extremer Sommerwitterung erweisen sich als sehr ähnlich denen, die extreme Winter herbeiführen.

3. Herr Hellmann legte vor eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. R. Süring in Potsdam: Über Neigungen von Wolkenschichten. Photographische Wolken-

messungen zu Potsdam in den Jahren 1901 bis 1915 sind dazu benutzt worden, Neigungen der Wolkenschichten gegen die Horizontale hinsichtlich ihres Ursprungs und ihrer Wirkungen zu untersuchen. Im Gebiete der Substratosphäre entstehen Neigungen quer zur Zugrichtung meist durch dynamische Kräfte, welche sich am Erdboden bis zur Entwicklung von Teildepressionen steigern können. Neigungen an der Stirnseite von Cirruswolken sind wahrscheinlich vorwiegend thermischen Ursprungs.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

11. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Arbeiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor:

1. Über die alkalische Verseifung des Oxalsäureäthylesters, von A. Skrabal und A. Matievic. Die Messungen wurden mit Hilfe von Puffergemischen durchgeführt. Ein Vergleich mit den bekannten Geschwindigkeiten des Methylresters ergibt, daß letzterer nach der ersten Verseifungsstufe rund dreimal, nach der zweiten zweieinhalbmal so rasch reagiert als der Äthylester.

2. Zur Kenntnis von Harzbestandteilen. 4. Mitteilung: Notiz über das β -Dammaroresin, von Alois Zinke und Erna Unterkreuter. Das von Tschirch und Glimmann aus dem Dammarharz isolierte β -Dammaroresin ist kein einheitlicher Körper, sondern kann den Angaben Dulka [J. f. pr. Ch., 45, 16 (1848)] entsprechend durch Äther in einen Kohlenwasserstoff $C_{30}H_{48}$ und in eine sauerstoffhaltige Substanz getrennt werden.

Das w. M. J. v. Hepperger überreicht eine Abhandlung: Bestimmung des Radiationspunktes eines Sternschnuppenschwarms aus korrespondierenden Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate. Der Verfasser entwickelt die Formeln zur Bestimmung des wahrscheinlichen Radiationspunktes, der der Bedingung genügt, daß die Summe der Quadrate seiner Abstände von den durch die korrigierten Anfangs- und Endpunkte der Bahnen gehenden Kreisen und der Abstände dieser Punkte von den durch die Beobachtung gegebenen zu einem Minimum wird. Das dargestellte Verfahren wird zur Ermittlung des Radiationspunktes aus 12 Beobachtungen von Perseiden verwendet.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 24. Januar.

Zieler, Zur Frage der Zuverlässigkeit der Wassermannschen Reaktion. 1. Die von verschiedenen Seiten gegen die Zuverlässigkeit der Serodiagnose der Syphilis, insbesondere gegen die WaR erhobenen Vorwürfe sind nur zum Teil begründet. 2. Die WaR hat bei Einhaltung der Vorschriften Wassermanns einen hohen Grad der Zuverlässigkeit, der berechtigten klinischen Ansprüchen in der Regel durchaus genügt. 3. Die Voraussetzung hierfür ist aber die Annahme Wassermanns, daß der Gehalt des frischen Meerschweinchen-serums an Komplement stets der gleiche sei und daß Unterschiede im Komplementverbrauch durch verschiedene Extrakte bzw. durch den gleichen Extrakt bei verschiedenen Komplementen nicht vorkommen. 4. Diese Voraussetzung ist nicht begründet. Komplementverschiedenheiten können deshalb (ebenso Extrakt- und Serumverschiedenheiten) gelegentlich irreführende und selbst „falsche“ Ergebnisse bedingen. Deshalb ist eine Auswertung der im Versuch verwendeten Reagentien gegen einander notwendig, und zwar des Komplements, nicht nur mit dem haemolytischen Ambozeptor, sondern auch mit Extrakt und Serum. 5. Von den Methoden mit Komplementtitrierung scheint die von Kaup angegebene am meisten den Ansprüchen zu genügen, da sie nicht mit einer Mindestmenge, sondern mit steigenden Mengen von Komplement arbeitet. Störungen durch unspezifische Hemmungen werden so nach Möglichkeit vermieden trotz höherer Zahl an positiven Befunden. 6. Der gegen die Wassermannsche Methode von einzelnen Ärzten erhobene Vorwurf, daß sie zu wenig

positive Befunde liefere, ist also insofern berechtigt, als die Wassermannsche Technik nach fast allgemeinem Urteil der Verbesserung bedarf (s. 4), sollen schwankende und gelegentlich auch „falsche“ Ergebnisse vermieden werden. Derartige Verbesserungen sind aber an den meisten Untersuchungsstellen schon längst im Gebrauch. 7. Die Zahl der negativen bzw. zweifelhaften Befunde bei zweifelhaften klinischen Fällen wird immer eine unverhältnismäßig hohe bleiben. Das liegt in der Art dieser Erkrankungen und ist durch die Methodik nicht wesentlich zu ändern. Man darf von einer biologischen Methode auch nicht mehr verlangen, als sie leisten kann. Ein „schwach positiver“ (zweifelhafter) Befund bedeutet eben noch nicht Syphilis. Eine größere „Verschärfung“ der Methode bedingt also einen geringeren Grad der Zuverlässigkeit. Der Praktiker darf nicht vergessen, daß die WaR nur eines unserer diagnostischen Mittel darstellt und daß sie dem entsprechend nur im Verein mit unseren sonstigen diagnostischen Feststellungen verwendet werden kann und darf.

Sitzung vom 2. Mai.

Lubosch, Ergebnisse neuer Forschungen über den Aufbau der Trigemini-muskulatur. Vortragender weist auf die mit dem Musc. pterygoideus externus der Säugetiere verbundenen Probleme hin. (Ausstrahlen der Endsehne in den Discus articularis des Kiefergelenks; Funktionell der Muskel, der der spezifischen Leistung des Säugetiergebisses [Zermahlen der Nahrung, Saugen] vorsteht.) Die Differenzierung dieses Muskels und seines Gelenkes hängt mit der Bildung der allgemeinen Säugetiermerkmale (Ursprung der Säugetiere?) eng zusammen. Vortragender entwirft ein Bild des Ganges der Bildung und Umbildung der Trigemini-muskulatur, in deren Rahmen die Stellung des Pterygoideus externus bestimmt werden muß. Den Ausgang hat wahrscheinlich eine in mannigfache Komponenten gegliederte Constrictoren-muskulatur gebildet, deren Reste bei Haifischen bestehen. Vortragender weist mächtige Hautmuskeln am Kopf von Tetradon nach, die wahrscheinlich als Constrictorelemente zu deuten sind. Ein echter, einwärts vom Skelett gelegener Adductor arcus kommt bei Scaphi-thys vor, gleichwertig den distalen Adductores arcuum branchialium der Haie. Bei den Amphibien ist die Muskulatur von allen Wirbeltieren am reichsten entfaltet und wird durch den Verlauf des 3. Astes des Trigemini in eine dorsale und ventrale Gruppe geschieden. Wichtig sind (vom Vortragenden auch bei Cryptobranchus gefundene) rudimentäre Muskeln, die für eine ehemalige Beweglichkeit des Maxillare sprechen. Die Reptilien entwickeln vor allem die ventrale Muskelgruppe, die Säugetiere die dorsale. Beim Krokodil fand Vortragender einen sehr selbständigen, im Unterkieferkanal gelegenen Muskel, der an Dentale und Meckelschen Knorpel tritt und dafür spricht, daß Formen mit in sich beweglichem Unterkiefer (Streptognathie) auch unter den Ahnen der Krokodile gewesen seien. (Hinweis auf die Mosasaurier.) Bei Säugetieren liegt ventral vom Nervenstamm nur ein Muskel, der Pterygoideus internus. Aus dem anderen, bei Amphibien und Reptilien dort liegenden ist der M. tensor tympani und rudimentäre Muskeln (Pterygotympanicus) abzuleiten. Eingehend wird erörtert, wie eine tiefste Portion des M. temporalis, der sogenannte M. temporalis anterior und der M. pterygoideus externus, wie sich durch das Studium der Innervation zeigen läßt, eine engere Gemeinschaft innerhalb der dorsalen Trigemini-muskulatur darstellen, so daß der Pterygoideus externus nichts anderes ist, als das durch Verlaufsrichtung und Funktion ausgezeichnete tiefste Bündel des M. tempor. ant. Vortragender schließt mit der Darlegung, daß ein streptognath (in sich beweglicher) Zustand des Unterkiefers bei Wirbeltieren eine weitere Verbreitung besessen haben mag, als man zurzeit annimmt.

Sitzung vom 16. Mai.

V. Redwitz, Über die operative Behandlung des chronischen Magengeschwürs. Es werden die Erfolge der

in den letzten 10 Jahren an der chirurgischen Klinik in Würzburg wegen *Ulcus ventriculi* ausgeführten Magenoperationen auf Grund des Ergebnisses einer Nachforschung mittels Fragenbogen und persönlicher gelegentlich der Nachuntersuchung von Patienten gemachter Erfahrungen mitgeteilt und die Grundsätze besprochen, die bei der Behandlung dieser Patienten durchgeführt wurden. (96 Gastroenterostomien, 195 Resektionen, davon 134 „quere“.) Rein zahlenmäßig würde das Ergebnis der Nachforschung für die Gastroenterostomie eine Mortalität von 6,2 %, für die Resektion von 13,7 % ergeben, während 58,5 % der Patienten nach Gastroenterostomie, 63,1 % nach Resektion „völlig gesund“ scheinen. Doch ist ein derartiger zahlenmäßiger Vergleich der Operationsergebnisse nicht zulässig wegen der ungleichmäßigen Verteilung des Materiales und anderer ausführlich erörterter Fehlerquellen. Namentlich die Schwierigkeit, den Erfolg einer Gastroenterostomie auf Grund schriftlicher Antworten zu beurteilen wird hervorgehoben, wobei nachdrücklich auf die Periodizität der Beschwerden beim *Ulcus* des Magenkörpers und die Möglichkeit der klinischen Latenz des *Ulcus* hingewiesen wird, die eine Heilung vortäuschen kann. Die bei der klinischen und röntgologischen Nachuntersuchung gastroenterostomierter Patienten gemachten persönlichen Erfahrungen haben genügend Anhaltspunkte für die Annahme ergeben, daß durch die Gastroenterostomie keineswegs eine sichere Aussicht auf die Ausheilung eines Geschwürs gegeben ist. Bei den Resektionsmethoden sind die besten Erfolge mit der „Querresektion“ erzielt worden. Nach dem Ergebnis der Nachforschung litten aber auch 9,3 % der so behandelten Patienten wieder an stärkeren Beschwerden, so daß ihre Arbeitsfähigkeit gestört war. Bei 8 Patienten wurden gelegentlich der Nachuntersuchung vor dem Röntgenschirm nach Kontrastmahleitet wieder druckschmerzhafte Nischen gefunden, die zum Teil als bei der Operation übersehene *Ulcera*, zum Teil als echte *Recidive* gedeutet wurden. Die Gastroenterostomie wird daher nur bei der Narbenstenose des Pylorus als sicher empfohlen, bei allen anderen Geschwürsformen am und fern vom Pylorus wird ihr zwar ein symptomatischer Einfluß, namentlich durch Bekämpfung der Spasmen zugebilligt, aber keine sichere Gewähr für die Ausheilung des *Ulcus*, die Gefahr der Blutung aus dem *Ulcus* auch nach Gastroenterostomie und die Gefahr des *Ulcus pepticum jejuni* wird besonders hervorgehoben. Die Resektion entfernt das *Ulcus* radikal, beseitigt die Gefahr der Blutung und gibt die Sicherheit, daß kein Carcinom übersehen wird. Die Möglichkeit der Entstehung eines *Ulcus pepticum* besteht allerdings auch nach Billroth II und Krönlein, während nach der Querresektion, die sonst die besten funktionellen Erfolge gibt, *Recidive* beobachtet wurden. Trotzdem wird die Resektion des Magens nach Möglichkeit, die Querresektionen mit Ausnahme der Fälle von Narbenstenose für alle anderen Fälle als Operation der Wahl empfohlen, aber wegen der Schwere des Eingriffes und der nicht völligen Sicherheit des Erfolges eine exakte klinische Indikation zur Operation verlangt. Der Röntgenbefund allein darf nicht ausschlaggebend sein. Interne Therapie ist vorher zu versuchen. (Demonstration von Röntgenbildern.)

Sitzung vom 29. Mai.

Herr Rietschel: *Die Kriegsenuresis und ihre Beziehungen zum Salz und Kohlehydratstoffwechsel* (nebst Bemerkungen über die Ödemkrankheit). Das gehäufte Auftreten der Enuresis bei Militär- und Zivilbevölkerung ist eine offensichtliche Tatsache. Störungen der Harnentleerungen sind während des Winters 16/17 außerordentlich häufig, auch bei vielen völlig gesunden Menschen beobachtet worden. Bei vielen aber bestehen diese Störungen nicht in einer Enuresis, sondern besonders in einer *Nykturie*. Wasserbindend wirken neben dem

Kochsalz ganz besonders die Kohlehydrate, eine Tatsache, die in der Säuglingsernährung besonders bekannt und geübt wird. Die Annahme Rothschilds, daß der hohe Kochsalz- und Wassergehalt die Enuresis und die Pollakisurie dadurch bedingen, daß ein Reizzustand des Harnsystems anzunehmen sei, ist nicht wahrscheinlich. Nicht reichlich Kochsalz und Flüssigkeit ist es, was zur Enuresis führt, sondern reichlich Flüssigkeit plus Salze (besonders Kochsalz) plus Kohlehydrat. Die engen Beziehungen des Kochsalzes und der Kohlehydrate sind es, die den Symptomenkomplex der Enuresis manifest werden lassen. Dieses außerordentlich vermehrte Auftreten der Enuresis, man kann direkt von einer Massenerkrankung sprechen, ist wohl aber nicht nur auf psychische Depressionen, Kältereize, Myelodysplasien zurückzuführen, sondern muß einen Grund haben, der jetzt im Kriege bei allen diesen Menschen gemeinsam wirkt. Dieses Moment kann nur in der veränderten Ernährung gefunden werden. Nervöse und somatische Traumen, Erkältungen usw. wirken allerdings oft als auslösende Ursachen, doch wird dann durch die Diät die Erkrankung weiter ungünstig beeinflusst. Während das gesunde Kind beim Volhard'schen Wasserversuche das getrunken Wasser nach kurzer Zeit wieder ausscheidet, wird dieselbe Menge Wasser bei Zugabe von Kohlehydrat und Kochsalz, besonders in der Form der Kartoffelsuppe, länger retiniert und erst verspätet, meist in der Nacht (*Nykturie*) ausgeschieden. Es ist die verzögerte Wasserausscheidung, die durch die salz- und kohlehydratreiche Kost die Sekretionsarbeit der Niere verschiebt und so verspätet, daß es oft nachts zu einer reichlicheren Urinsekretion kommt. Kommt es nun bei einer „Enuresisbereitschaft“ zu dieser vermehrten nächtlichen Wasserausscheidung, so wird um so leichter eine spontane Urinentleerung eintreten, je stärker diese Bereitschaft ist. Diese salz-, wasser- und kohlehydratreiche Kost wirkt außerordentlich begünstigend und vermehrend auf eine Enuresisbereitschaft ein. Und die Häufung der Enuresis bei Soldaten und Zivilbevölkerung findet damit wohl ihre Erklärung. Bei der Ödemkrankheit handelt es sich um eine pathologische Retention von Wasser. Und die Ödemkrankheit ist wohl zu vergleichen mit dem Krankheitsbilde, das in der Säuglingspathologie als hydämische Form des Mehlährschadens bezeichnet wird. Da Verfasser noch weitere Mitteilungen ankündigt, sei hierauf nicht näher eingegangen.

Sitzung vom 27. Juni.

Magnus-Alsleben, *Über akute Nephritis und ihre Behandlung*. Unter den Fragestellungen in der modernen Nierenforschung steht die Beteiligung der extrarenalen Momente, besonders für die Ödembildung, mit an erster Stelle. Das Mitwirken derselben ist ganz sicher anzunehmen; aber gegenüber der großen Rolle, welche diesen Faktoren von manchen Autoren zugesprochen wird, muß doch darauf hingewiesen werden, daß wir in recht vielen Fällen die renale und extrarenale Komponente doch gar nicht sicher genug gegeneinander abwägen können. Blutdruckerhöhung ist ein sehr häufiges, aber nicht ausnahmslos vorkommendes Symptom bei der Kriegsnephritis. Ein typisches Verhalten derselben, irgend eine feste Relation zur Diurese besteht nicht. Strenge Beschränkung der Flüssigkeitszufuhr in der ersten schwer oligurischen Periode erscheint zweckmäßig, jedoch wirkt der „Wasserstoß“ wohl doch nur dann günstig auf die Diurese, wenn die Wasserausscheidung sich schon gebessert hat. Spasmen der Augenhintergrundsgefäße fehlten in den untersuchten Fällen; Veränderungen der Hautkapillaren scheinen noch nicht genügend gesichert. Eine Trennung der Urämie nach Volhard auf Grund der klinischen Symptome in eine Krampfform (sogenannte Eklampsie) und eine komähnliche ist, trotz der Häufigkeit der Mischformen, öfters gut durchführbar.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 43.

25. Oktober 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientierungsvermögen der Ameisen. Von *Prof. Dr. R. Brun, Zürich*. S. 617.

Besprechungen:

Roozeboom, H. W. Bakhuis, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre. Von *J. Koppel, Berlin-Pankow*. S. 625.

Herz, W., Moderne Probleme der allgemeinen Chemie. Von *J. Koppel, Berlin-Pankow*. S. 626.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Die Heimkehr der Zugvögel. S. 626.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen. Festlegung der Aldehydstufe bei der

alkoholischen Gärung. Ueber Peroxydase. Die Klimaverhältnisse der Vorzeit. Künstliche Erzeugung von Regen. S. 626–628.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau, Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg, Gießen-Marburger Physikalisches Kolloquium. S. 628–630.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; 1917, Bd. 33, H. 4; 1918, Bd. 34, H. 1, 2, 3 u. 4. S. 630.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; 1917, H. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 u. 12; 1918, H. 1. S. 631.

Elektrische Heizkissen

Type H

heilen durch dauernde Wärme

Drei Wärmegrade

Kein Zuheisswerden

Winziger Stromverbrauch



Sorgsame Herstellung

der

Fabrik Dr. Heilbrun

Berlin-Nowawes

Zu kaufen in jedem guten elektrischen und ärztlichen Geschäft

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Cebleszer Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die übertragbare Hühnerleukose (Leukämie, Pseudoleukämie, Anämie u. a.)

Mit Beiträgen zur normalen Hämatologie der Hühner

Von Dr. **Vilhelm Ellermann**

o. Professor der gerichtlichen Medizin an der Universität in Kopenhagen

Mit 10 Tabellen und 13 Textabbildungen

Preis M. 4.—

Soeben erschien:

Physiologische Anleitung zu einer zweckmäßigeren Ernährung

Von Dr. **Paul Jensen**

o. ö. Professor der Physiologie und Direktor des physiologischen Instituts der Universität Göttingen

Mit 9 Textfiguren — Preis M. 2.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

25. Oktober 1918.

Heft 43.

Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientierungsvermögen der Ameisen.

Von Dr. med. R. Brun, Zürich.

Die Ameisen sind bekanntlich wie die übrigen sozialen Insekten „nestbeständige Tiere“, d. h. ihr Gesellschaftsleben spielt sich — von wenigen Ausnahmen abgesehen — im Schutze eines ständigen festen Wohnsitzes ab. Infolgedessen besteht für sie die Notwendigkeit, von jedem Streifzug wieder zu diesem Ausgangspunkt zurückzukehren; die *Heimkehrfähigkeit* wird hier zur biologischen Existenzbedingung, das Orientierungsvermögen zu einem lebenswichtigen *psychophysiologischen Problem*. Und zwar wird die Lösung dieses Problems natürlich umso größeren Schwierigkeiten begegnen, je weiter die Tiere jeweils zum Zwecke genügender Nahrungsbeschaffung sich von ihrer Basis zu entfernen gezwungen sind und je geringer andererseits die unmittelbare perzeptive Reichweite ihrer Sinne ist.

Bei den Ameisen trifft der letztere Umstand insofern in besonderem Maße zu, als ihre beiden Hauptsinne, der Geruchs- und der Gesichtssinn, nachweislich ein geradezu überraschend geringes Fernperzeptionsvermögen aufweisen: So kann man sich beispielsweise jederzeit leicht davon überzeugen, daß Ameisen selbst an stark duftenden und für sie ungemein lustbetonten Substanzen, wie Honig, hundertmal ahnungslos in einer Entfernung von wenigen Zentimetern vorüberreichen, bis sie endlich rein zufällig gleichsam mit der Nase darauf stoßen¹⁾. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Gesichtssinn unserer Insekten: Ein deutliches Sehen, im Sinne eines relativ scharfen optischen Differenzierungsvermögens von Formen, Farben usw. (optisches „Erkennen“) kommt selbst bei den mit verhältnismäßig guten Augen versehenen Arten (*Formica*, *Pseudomyrma* u. a.) höchstens bis auf Distanzen von 1—1½ Meter in

Betracht¹⁾. Daraus folgt ohne weiteres, daß die Ameisen vollständig unfähig sein dürften, ihr Nest, d. h. die Gesamtheit der für sie mit diesem Wort bezeichneten Sinneskomplexe, aus einer Entfernung von mehr als 1—1½ m direkt sinnlich wahrzunehmen. Wenn wir sie nun gleichwohl ihre Ausflüge gelegentlich bis auf 100 und mehr Meter vom Nest ausdehnen und auch aus solchen Entfernungen stets mit unfehlbarer Sicherheit den Weg zum Nest zurückfinden sehen, so muß uns diese Leistung in Anbetracht der Flügellosigkeit und der dadurch bedingten relativ langsamen Fortbewegung der kleinen Tierchen als eine verhältnismäßig sehr bedeutende, ja, auf den ersten Blick beinahe unbegreifliche, imponieren. Es war daher gewiß verzeihlich, wenn manche Forscher hier vor einem Rätsel zu stehen vermeinten, das sie zur Annahme irgendwelcher noch unentdeckter Sinnesenergien, geheimnisvoller „unbekannter Fernkräfte“ und dergleichen mehr, zu zwingen schien, also zu ähnlichen Hypothesen, wie sie bekanntlich wiederholt auch zur „Erklärung“ der Fernorientierung der Bienen und Brieftauben herangezogen wurden. Allein wie dort, so hat eine geduldige und vorurteilslose Prüfung der Tatsachen auch für die Ameisen immer wieder aufs neue die *Überflüssigkeit solcher transzendenter Hypothesen* dargetan und die anscheinend so rätselhafte Fernorientierung der Ameisen restlos als das — allerdings sehr verwickelte — Ergebnis kombinierter Leistungen der bekannten, anatomisch und physiologisch nachweisbaren Sinne, *in Verbindung mit einem relativ hochentwickelten Gedächtnis*, enthüllt. Die planmäßige Analyse dieser komplexen psychophysiologischen Vorgänge mit Hilfe peinlich exakter experimenteller Methoden bildet eines der interessantesten und lehrreichsten Kapitel der modernen Tierpsychologie, — ein Kapitel, das wie kein anderes geeignet ist, dem Leser einen Einblick in die Arbeitsmethoden dieser jungen aufstrebenden Wissenschaft zu gewähren.

* * *

Es ist das Verdienst des algerischen Forschers V. Cornetz, zum erstenmal nachdrücklich darauf hingewiesen zu haben, daß man bei der Fernorientierung der Ameisen prinzipiell zwei Phänomene auseinanderhalten muß, deren psychophysiolo-

¹⁾ Dem scheint die tägliche Erfahrung zu widersprechen, daß um einen zufällig irgendwo ausgegossenen Honigtropfen gewöhnlich schon nach kurzer Zeit hunderte von Ameisen versammelt sind. Allein der bedeutende „Spürsinn“ (Fernwitterungssinn), der sich dem Laien darin zu offenbaren scheint, beruht in Wirklichkeit auf dem *Mitteilungsvermögen* der Ameisen in Verbindung mit dem *Kontaktgeruchsvermögen* ihrer Fühler: Von all den hundert Tieren hat nur eines den Honig wirklich „entdeckt“ (d. h. zufällig gefunden); alle übrigen sind auf Veranlassung dieser glücklichen Entdeckerin auf deren Geruchsspur zu der Nahrungsquelle gelangt.

¹⁾ Daneben existiert allerdings noch ein *undeutliches Fernsehen* in Form eines *allgemeinen Lichtsinnes*, dessen höchst eigenartige Rolle und Bedeutung bei der Fernorientierung der Ameisen wir weiter unten noch kennen lernen werden.

gische Grundlagen zum Teil ganz verschiedene sind, nämlich erstens die *Massenwanderungen* zahlreicher Individuen auf kollektiv begangenen Heerstraßen oder Geruchsfährten, und zweitens die freien Erkundungsreisen *einzelner* vom Nest abgehender Individuen, die sogenannten *Einzelwanderungen*. Die Massenwanderung ist, wie dies *Cornetz* überzeugend dargetan hat, in den meisten Fällen genetisch von der Einzelreise abzuleiten, die *Einzelwanderung bildet also das „primäre Orientierungsphänomen“*.

Wenden wir uns zunächst der viel auffälligeren Kollektivwanderung zu, so müssen wir von jener einfacheren Form derselben ausgehen, bei welcher die Ameisen ihren „Weg“ noch nicht durch Anlage eigentlicher *gebahnter Straßen* äußerlich sichtbar im Gelände markiert haben, sondern wobei sie offenbar eine den menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbare *chemische Spur* verfolgen. Dabei bietet sich gewöhnlich folgendes Bild: Je nach der Einwohnerzahl der betreffenden Kolonie, bald dicht gedrängt, bald in mehr lockerer Folge, sehen wir auf einer Strecke von 10, 50, ja selbst 100 und mehr Metern Tausende von Ameisen gleich einem schwarzen Bande hin- und herwandern; das Ziel der Wanderung ist gewöhnlich irgend ein gut besetzter Blattlausstrauch, auf dem die Tiere ihre „Honigkühe“ melken. Dabei tritt jede Ameise, fortwährend den Boden mit den Fühlern betastend, genau in die Fußtapfen ihres Vordertieres, ohne auch nur um eines Fingers Breite vom Weg abzuweichen. Daß die Ameisen in der Tat einer auf dem Boden deponierten flüchtigen *Geruchsspur* folgen, hat der Genfer Gelehrte *Ch. Bonnet* schon vor mehr als 100 Jahren durch den folgenden einfachen Versuch bewiesen: Zieht man mit dem Finger (oder irgend einem andern Gegenstand) einen Strich quer über eine solche Fährte, so stauen sich die Tiere zu beiden Seiten desselben an und weigern sich längere Zeit, ihren Weg fortzusetzen. Sie suchen erregt mit den Fühlern herum, bis endlich ein besonders beherztes Individuum es wagt, die Unterbrechungsstelle zögernd, im Zickzack, zu überschreiten, worauf die übrigen bald nachfolgen und der Verkehr sich allmählich wieder herstellt.

Mit dem Nachweise, daß die Ameisen auf ihren Fährten einer chemischen Wegmarkierung folgen, ist nun aber das Problem der Geruchsorientierung noch keineswegs gelöst; vielmehr hat die nähere Untersuchung dieser Erscheinung noch eine höchst merkwürdige Tatsache zu Tage gefördert, deren Deutung bis in die jüngste Zeit hinein den größten Schwierigkeiten begegnete. Es ergab sich nämlich, daß die Ameisen nicht nur die Spur als solche wahrnehmen, sondern daß sie offenbar auch imstande sind, *die beiden Richtungen derselben* an jeder beliebigen Stelle vermittelt des Geruchssinnes zu unterscheiden. Schon 1886 hatte *Forel* beobachtet, daß Ameisen, die von der Fährte abgefangen und nach einiger Zeit wieder auf dieselbe zurückversetzt werden, ihren Weg

stets ohne jedes Zögern in der früheren Richtung fortsetzen; doch blieb hier immer noch der Einwand offen, daß die Tiere sich dabei nach irgendwelchen optischen Wegzeichen orientieren¹⁾. Ganz ausgeschlossen ist dies aber bei dem folgenden Versuche, den 1898 der Physiologe *Albrecht Bethe* machte: *Bethe* leitete eine Fährte der gemeinen braunen Gartenameise (*Lasius niger*) über drei aufeinanderfolgende schmale Brettchen, deren mittleres um seinen Mittelpunkt drehbar war. (Fig. 1 A.) Drehte er nun dieses Mittelstück um 180° (Fig. 1 B), so erfolgte an den beiden Enden desselben jedesmal eine *sehr starke und langdauernde Verkehrsstörung*, ähnlich wie beim Bonnetschen „Fingerversuch“, obwohl ja die Spur durch die Drehung garnicht unterbrochen wurde, und auch allfällige optische Faktoren sich dabei vollkommen gleichgeblieben waren. *Es muß also die Spur für den Geruchssinn der Ameisen in ihrer Kontinuität nach beiden Richtungen eine verschiedene chemische Beschaffenheit aufweisen*, und zwar eine Verschiedenheit, die für die Tiere von Stelle zu Stelle ohne weiteres erkennbar ist. — Zur Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache stellte *Bethe* die originelle Hypothese auf, daß die

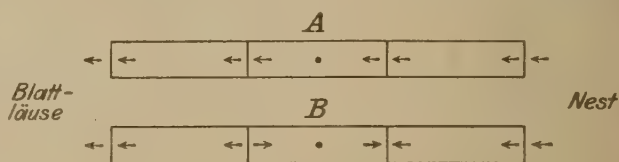


Fig. 1. Bethescher Versuch.

Ameisenspur „chemisch polarisiert“ sei, d. h. er stellte sich vor, daß die einzelnen Duftmoleküle der Fährte eine polare Anordnung ihrer chemischen Struktur besitzen. (In der Fig. 1 A durch die gleichgerichteten Pfeile versinnbildlicht.) Nach Drehung eines Spurabschnittes um 180° wäre dann die „Polarität“ dieses Abschnittes natürlich derjenigen der übrigen Spur *entgegengesetzt*, wodurch sich die Verwirrung der Ameisen an den beiden Enden des Drehstückes ohne weiteres erklären würde. — Auf die Einzelheiten dieser Betheschen „Polarisationstheorie“ brauche ich hier nicht näher einzugehen, da dieselbe sich, ebenso wie die von *Bethe* aus derselben abgeleitete *Reflextheorie des Ameisenlebens*, bei genauerer Prüfung als *vollkommen unbegründet* erwiesen hat; sie wurde insbesondere durch *Wasmann* und *Forel* einer vernichtenden Kritik unterzogen und in allen Einzelheiten widerlegt. Dessenungeachtet blieb aber die von *Bethe* entdeckte *Tatsache* nach wie vor bestehen und forderte den Scharfsinn der Forscher zu mannigfachen, mehr oder minder glücklichen Erklärungsversuchen heraus. Unter diesen Erklärungen verdient hier einzig die geist-

¹⁾ Wie wir später sehen werden, ist dieser Einwand vollkommen berechtigt, indem optische Faktoren in der Tat auch beim Wegfinden auf Geruchsspuren als richtungszuweisende „Nebenkonstanten“ eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen.

reiche Theorie von *Forel* hervorgehoben zu werden, indem dieselbe die besonderen Eigentümlichkeiten des Geruchssinnes der Ameisen mit genialer Intuition erfaßt.

Forel geht von der bemerkenswerten Tatsache aus, daß bei den Ameisen die Endorgane des Geruchssinnes nicht, wie bei uns, in der Tiefe einer Kopfhöhle versteckt liegen, sondern oberflächlich, an den ungemein beweglichen Fühlern oder Antennen angeordnet sind. Die Ameisen werden also die von den verschiedenen Objekten der Außenwelt ausgehenden Düfte nicht, wie unsere Nase, in diffuser Mischung wahrnehmen, sondern in Gestalt scharf umschriebener räumlicher „Geruchsfelder“, und dies umso mehr, als sie ja die Gegenstände, welche sie beriechen wollen, zugleich mit den Fühlern kombiniert abtasten. Der Geruchssinn der Ameisen arbeitet also mit dem Tastsinn der Fühler zusammen, es handelt sich um einen *Kontaktgeruchssinn*, welcher den Ameisen *kombinierte chemische Raumvorstellungen* liefern muß und den *Forel* daher treffend als *topochemischen Fühlersinn* bezeichnet. Wir können uns von der Eigenart eines solchen Sinnes einen schwachen Begriff machen, wenn wir uns vorstellen würden, daß unser Geruchssinn an den Händen säße und daß wir nun mit diesen unsern „riechenden Händen“ beim Gehen fortgesetzt alle Gegenstände ringsum abtasten würden. Wir würden dann zweifellos eine förmliche *Geruchskarte* unseres Weges im Gedächtnis aufnehmen, auf welcher die verschiedenen duftenden Flächen und Körper als ebensoviele „runde, eckige, weiche, harte, flüssige, klebrige, kalte, warme Gerüche“ usw. aufgezeichnet sind — in eben derselben räumlichen Anordnung und zeitlichen Folge, wie wir sie beim Vorwärtsschreiten in der Außenwelt angetroffen haben. Eine ähnliche Geruchskarte — so schließt *Forel* weiter — wird nun eine Ameise, die unzählige Male immer die nämliche Geruchsfährte begangen hat, in ihrem Gehirne registrieren, d. h., sie wird allmählich eine gewisse Kenntnis von der näheren Beschaffenheit des topochemischen Raumes auf und neben der Spur gewinnen, mit Hilfe deren sie sich jederzeit darüber orientieren kann, was auf der Spur vorn und hinten, links und rechts ist. Dreht man daher einen Spurabschnitt plötzlich um 180°, so wird natürlich jetzt die räumliche Anordnung und die Reihenfolge der auf dem Drehstück angetroffenen chemischen Kontakteindrücke nicht mehr übereinstimmen mit der im Gedächtnis den Ameisen registrierten topochemischen Anordnung und Sukzession; mit anderen Worten: „Die Ameise wird eine Umkehrung des topochemischen Raumes verspüren, die sie notwendig desorientieren muß.“

Es unterliegt keinem Zweifel, daß *Forel* mit seiner Theorie des topochemischen Fühlersinnes die besonderen Eigentümlichkeiten des Geruchssinnes der Ameisen im Prinzip vollkommen richtig erfaßt hat. Und doch, — in ihrer Anwen-

dung auf das Bethesche Spurdrehungsphänomen kann uns auch diese scharfsinnige Hypothese nicht ganz befriedigen! Man bedenke, daß *Bethes* Spur über drei vollkommen glatte Bretchen verlief; — da ist es doch in der Tat nur schwer einzusehen, wie die Ameisen auf einer so homogen beschaffenen Unterlage noch irgendwelche, zu einer räumlichen Orientierung ausreichende topochemische Einzelheiten registrieren könnten. Diese und andere Bedenken veranlaßten mich 1914, die merkwürdige Bethesche Erscheinung nochmals nachzuprüfen und bei der Gelegenheit den ganzen Vorgang der Spurorientierung einmal mit verbesserten Methoden genauer zu analysieren.

Meine Versuchsanordnung war im wesentlichen folgende: Als Versuchstiere benutzte ich die glänzend schwarze Holzameise (*Lasius fuliginosus*), eine Art, die sich fast ausschließlich auf Geruchsspuren bewegt. Ich teilte eine Kolonie dieser

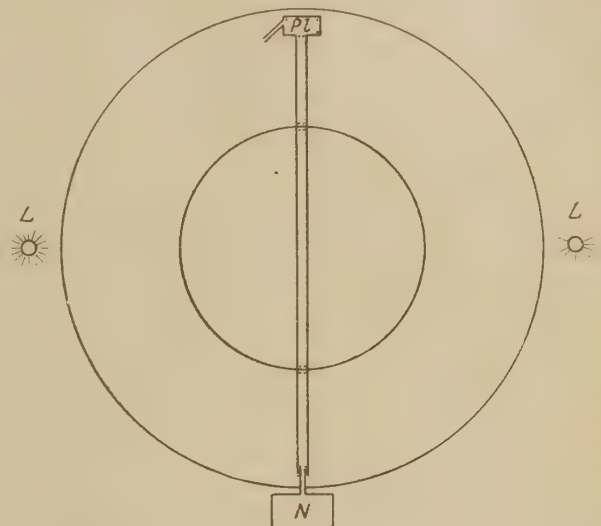


Fig. 2. Versuchsanordnung zur Analyse der Geruchsorientierung.

Spezies in zwei Hälften A und B (zu welchem Zwecke, werden wir gleich erfahren!); die Abteilung A kam mit dem größten Teil der Brut (Larven und Puppen) in einen provisorischen Behälter, wogegen ich die Abteilung B in einem künstlichen Nest etablierte. Dieses Nest (Fig. 2, N) verband ich mit einem nach meinen Angaben konstruierten kreisrunden drehbaren Experimentiertisch von 1 m Durchmesser, dessen zentraler Kreis nochmals für sich gedreht werden konnte. Und zwar mündete die gläserne Ausgangsröhre des Nestes auf den Anfang einer schmalen, auf Stecknadeln montierten Papierbrücke, welche quer durch den Mittelpunkt der Scheibe bis zu einer kleinen Plattform (Pl) führte, auf welcher ich den Ameisen ihr Futter reichte. — Bevor ich nun mit meinen Experimenten begann, erschien es mir noch notwendig, die Möglichkeit einer gleichzeitigen optischen Orientierung in zuverlässiger Weise auszuschalten. Ich

erreichte dies, indem ich erstens meinen Experimentiertisch in die Mitte einer *Dunkelkammer* stellte, deren gleichmäßig schwarze Wände den Ameisen keinerlei visuelle Anhaltspunkte bieten konnten, und zweitens, indem ich statt einer Lichtquelle deren *zwei* verwendete, die ich an symmetrischen Punkten links und rechts am Tische (quer zur Längsachse der Brücke) anbrachte (*Prinzip der bipolaren Beleuchtung*). Dann ist klar, daß jede vom *Mittelpunkt* der Brücke abgehende Ameise in beiden Augen genau die nämlichen, streng symmetrisch lokalisierten Lichteindrücke empfangen muß, gleichgültig, ob sie nun in der Richtung des Nestes, oder in derjenigen der Plattform wandert; mit anderen Worten: Sie wird aus der Stellung der Lichtquellen keinerlei Anhaltspunkte hinsichtlich der Lage des Nestes gewinnen können und wird somit bei der Bestimmung der Wegrichtungen ausschließlich auf allfällig vorhandene *geruchliche* Unterscheidungsmerkmale angewiesen sein. Wäre dagegen nur eine Lichtquelle vorhanden, so könnte die Ameise deren räumliche Lage in feste assoziative Beziehung zu den beiden Wegrichtungen bringen; sie könnte sich beispielsweise merken, daß sie das Licht beim *Hinweg* nach Pl konstant zu ihrer Rechten, beim Rückweg nach N dagegen regelmäßig zu ihrer Linken hat.

Die Ameisen zögerten nicht, auf der Brücke eine regelmäßig begangene Geruchsfährte zum Honig nach Pl zu etablieren. Und nun führte ich meine Versuche wie folgt aus:

1. Ich drehte den zentralen Kreis des Tisches mit dem darüber laufenden Mittelsegment der Brücke rasch um 180° . Das Resultat war genau das von *Bethe* geschilderte, d. h. es stellte sich an den beiden Enden des Drehstückes eine intensive Verkehrsstörung ein.

2. Nun fing ich Ameisen, die eben gesättigt vom Honig nach N marschierten, vermittelt eines Bleistiftes ab und ließ sie von der Spitze desselben auf die Mitte der Brücke, *jedoch in der verkehrten Richtung, also Pl-wärts*, absteigen. Die Tiere setzten ihren falschen Weg zunächst ruhig fort, als ob nichts geschehen wäre. *Dann aber schienen sie plötzlich ihren Irrtum zu merken*: Sie stutzten, schwankten mehrmals zwischen beiden Richtungen hin und her und wandten sich schließlich *entschlossen nestwärts*. Hatten sie sich vielleicht nach *Forel* auf Grund der Verschiedenheit der auf der falschen Seite angetroffenen Geruchsformen (topochemischen Eindrücke) orientiert? Mit *nichten!* Denn als ich nun

3. mit Larven beladene¹⁾ Ameisen der *Abteilung B* in gleicher Weise auf die Brücke absteigen ließ, da fanden sich diese Individuen in genau der nämlichen Weise zurecht, *obchon sie ja*

¹⁾ Mit Larven beladene Individuen wählte ich deshalb, um eine eindeutige Reaktion zu haben. Denn es ist klar, daß eine mit einer Larve beladene Ameise nur das eine Ziel haben kann, so schnell wie möglich das schützende Nest zu erreichen.

die betreffende Brückenfährte nie zuvor begangen hatten, mithin auch keine topochemischen Wegzeichen von derselben im Gehirn hatten registrieren können! (Fig. 3.)

Worauf beruht denn also diese rätselhafte geruchliche Richtungsindikation? Um die Sache vollends zu ergründen, machte ich noch folgende ergänzende Versuche:

Ich legte sowohl auf das Nestende wie auf das Plattformende der Brückenfährte *mobile Papierstreifen* von sukzessive zunehmender Länge. Nach einigen Stunden, wenn sich über die Streifen eine neue Fährte gebildet hatte, drehte ich dann entweder jeden Streifen an Ort und Stelle, oder ich *vertauschte* die beiden Spurstreifen miteinander, und zwar bald um 180° gedreht, bald nicht gedreht. Der Grad der an beiden Orten entstehenden Verkehrsstörung wurde jedesmal zahlenmäßig (nach den Reaktionen der zwölf ersten bei den Streifen ankommenden Ameisen) festgelegt. Auf diese Weise konnte ich nun folgende interessante Tatsachen feststellen: a) Es zeigte sich erstens, daß die *Bethesche* Reaktion (das Stutzen der Ameisen vor dem um 180° gedrehten Spursegment) in Nestnähe durchweg eine intensivere ist als in Nestferne. b) Die Reaktion nimmt ferner proportional mit der Länge des gedrehten Spurabschnitts zu. c) und endlich: *Entgegen der Betheschen Polarisationshypothese* trat

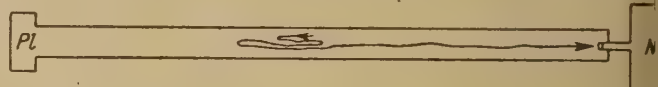


Fig. 3. Orientierung einer Ameise B auf der unbekannten A-Fährte.

auch dann eine starke Verkehrsstörung ein, wenn ich die beiden weit auseinanderliegenden Streifen bei N und Pl *ohne Drehung* einfach vertauschte, obschon sich ja die „Polarität“ bei diesem Versuch gleichblieb!

Wie sind nun diese Tatsachen zu erklären? Doch wohl nur so, daß die *Ameisenspur* im Verlaufe ihrer Länge ein sukzessives Intensitätsgefälle gewisser Geruchskomponenten aufweist: Beim Ausgehen vom Nest verschleppen die Ameisen den *Nestgeruch* an ihren Füßen und Fühlern in allmählich abnehmender Konzentration zielwärts; umgekehrt verschleppen die heimkehrenden Ameisen den *Honiggeruch* auf der Spur in mit zunehmender Entfernung rasch abnehmender Intensität nestwärts. Die Fährte wird also in Nestnähe starken Nestgeruch, dagegen keinen oder nur schwachen Honiggeruch aufweisen, während in der Nähe des Zieles natürlich das umgekehrte der Fall sein muß. Dreht man also beispielsweise in Nestnähe einen Spurabschnitt um 180° , so werden die vom Nest her bei demselben ankommenden Ameisen eine plötzliche starke *Intensitätsschwankung* in der chromatischen Skala dieser beiden Geruchskomponenten wahrnehmen, die sie stutzig machen muß. Betreten sie aber das

Drehstück trotzdem, so werden sie, bei weiterer Verfolgung der Fährte, anstatt der von ihnen erstrebten Zunahme des Honiggeruchs, nun *wieder zunehmenden Nestgeruch* verspüren, was sie vollends desorientieren muß.

Damit haben wir das Bethesche Phänomen mit allen seinen oben näher analysierten Eigentümlichkeiten in einfacher und natürlicher Weise erklärt, — ohne Zuhilfenahme irgendwelcher geheimnisvoller, noch unentdeckter Kräfte und ohne andererseits den Ameisen psychische Fähigkeiten zuzuschreiben, die ihnen gemäß der Kleinheit ihres Gehirns nicht zukommen können. Daß diese Erklärung das Richtige trifft, geht nun auch aus einer weiteren von mir entdeckten Tatsache hervor, die den früheren Beobachtern sonderbarer Weise entgangen war: Ich fand nämlich, daß die Bethesche Reaktion durchaus nicht auf jeder beliebigen Spur zu erzeugen ist, sondern daß sie beispielsweise *auf Fährten, über welche längere Zeit Brut getragen wurde, vollständig fehlt*. Ich hatte meine Ameisen eines Tages während einiger Stunden Larven von der Plattform ins Nest abholen lassen. Als ich nun, während der Transport noch in vollem Gange war, das 50 cm lange Mittelstück der Brücke um 180° drehte, war ich erstaunt, diesmal an den Grenzen des Drehstückes *nicht die geringste Verkehrsstockung* zu bemerken. Nun wiederholte ich den unter 2) und 3) geschilderten Versuch, und siehe da, diesmal gingen sämtliche Ameisen, die ich in der falschen Richtung auf die Mitte der Brücke hatte absteigen lassen, mit ihrer Larve bis Pl falsch! Ich schüttete nun eine Anzahl Larven auf die Brückenmitte. Die vom Nest her ankommenden Ameisen bemächtigten sich derselben und wollten nach Hause; dank der bipolaren Beleuchtung waren sie indessen bezüglich der einzuschlagenden Richtung gänzlich dem Zufall überwiesen und so gingen (wie es gemäß der nach beiden Seiten gleich großen Wahrscheinlichkeit vorausszusehen war) ungefähr die Hälfte (50 %) nach der falschen Seite ab. Auch diese Falschgänger behielten ihre falsche Richtung unentwegt bis zur Plattform bei, ohne jemals unterwegs zu stutzen oder gar umzukehren. Es scheint somit in der Tat auf der Brutfährte eine geruchliche Richtungsanzeige nicht mehr vorhanden zu sein, wodurch auch das Versagen des Betheschen Versuchs auf solchen Fährten sich ohne weiteres erklärt. Worauf beruht aber dieses Versagen? Sehr einfach: Da die Ameisen in diesem Falle den Zielgeruch nicht nur in Gestalt spärlicher Duftpartikel an den Füßen auf die Spur verschleppen, sondern denselben, infolge des Transportes des duftenden Agens, in *originärer* Stärke auf der Fährte verbreiten, so wird die Spur allmählich in ihrer ganzen Ausdehnung *völlig gleichmäßig* mit Larvengeruch imprägniert. Und dieser quantitativ homogene Larvengeruch wird das noch vorhandene Intensitätsgefälle des Nestgeruchs umso eher aufheben, als der letztere ja, infolge der Gegenwart zahlloser Larven im

Neste, im wesentlichen wohl selbst einen Larvengeruch darstellt.

Die Tatsache dieses Versagens der quantitativ geruchlichen Richtungsindikation (der „quantitativen Polarisierung“) auf Brutfährten benutzte ich nun auch mit Erfolg zur Ermittlung der sonstigen sinnlichen Faktoren, welche bei der Fährtenorientierung allenfalls noch eine Rolle spielen könnten. Ich brachte beispielsweise an der *linken* Seite der Brücke (vom Nest aus gesehen) eine 5 mm hohe Brüstung aus Papier an. Als ich nun nach einigen Tagen das Experiment des „Larvenabholens aus der Mitte“ wiederholte, da gingen zwar nach wie vor etwa 50 % der Ameisen aus der Mitte mit ihrer Larve nach der falschen Seite ab. Doch wurden diesmal etwa Dreiviertel dieser Falschgänger sofort stutzig und *kehrten um, sobald sie zufällig mit den Fühlern ans Gelände stießen*; sie hatten sich somit bei ihren wiederholten Reisen offenbar gemerkt, daß sich die Brüstung beim Hinweg jedesmal zur Linken, beim Heimweg dagegen zu ihrer Rechten befand, und sie hatten dieses einseitige *topographische Merkmal* fest mit der bezüglichen Wegrichtung assoziiert! — Auf ähnliche Weise konnte ich ferner feststellen, daß die Ameisen auf ihren Fährten auch *plötzliche Links- oder Rechtskrümmungen des Weges, sowie Terrainsteigungen* mittelst des Muskelgedächtnisses zu registrie-

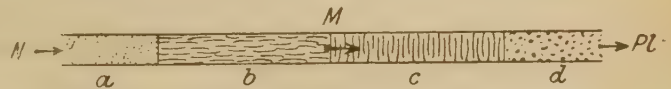


Fig. 4. Analyse des topochemischen Geruchssinnes.

ren vermögen und imstande sind, die betreffenden kinästhetischen Eindrücke später wieder zu ihrer Orientierung zu verwerten.

Im weiteren benutzte ich die Tatsache der „quantitativen Apolarität“ der Larvenspur auch noch zur *experimentellen Nachprüfung der Forelschen Lehre vom topochemischen Geruchssinn*. Ich ging dabei von folgenden Überlegungen aus: Bisher hatte ich immer nur auf einer völlig glatten Papierbrücke experimentiert, welche den Ameisen natürlich keinerlei topochemische Anhaltspunkte bieten konnte; wenn sie sich also unter diesen mißlichen Umständen unfähig zeigten, sich auf der Larvenspur (bei bipolarer Beleuchtung) bezüglich der Richtungen zu orientieren, so beweist dies noch keineswegs, daß *Forels* Theorie überhaupt falsch ist. Man gebe den Tieren doch nur Gelegenheit, auf den beiden Hälften der Brücke *verschiedenartige* topochemische Eindrücke in einer bestimmten Reihenfolge wahrzunehmen! Ich ging also beispielsweise so vor, daß ich auf der Plattformseite der Brücke von der Unterseite her kleine Erhabenheiten ins Papier einstanzte, während ich die Nesthälfte wie zuvor glatt ließ; ein andermal leimte ich auf der N-Seite Tannennadeln in der Längsrichtung, auf der Pl-Seite dagegen solche in querrer Richtung der Brücke auf, oder ich bestreute eine Hälfte

streckenweise mit feinem Sand, während die Oberfläche der anderen Hälfte streckenweise durch Einstanzen von kleinen Punktstrichen oder punktierten Quadraten rauh gestaltet wurde, usw. (Fig. 4). Nach Einrichtung jeder dieser Versuchsanordnungen ließ ich den Ameisen noch 48 Stunden Zeit, um die Geruchsfährte wiederherzustellen und die betreffenden topochemischen Sukzessionen ihrem Gedächtnis einzuprägen, sodann wiederholte ich (nach Herstellung einer „Brutfährte“) unter bipolarer Beleuchtung, wie oben, den Versuch des Larvenabholens aus der Mitte. *Das Ergebnis war in allen Fällen schlankweg positiv*, indem jetzt — im deutlichsten Gegensatze zum Verhalten auf der homogenen (einförmig-glatten) Unterlage — jedesmal ein erheblicher Prozentsatz (in einigen Fällen bis 75 %) der aus der Mitte falsch abgegangenen Ameisen auf der Pl-Seite der Brücke schon nach wenigen Schritten stutzig wurde und umkehrte. Die Tiere hatten somit tatsächlich die Verschiedenheit des Bodens auf den beiden Seiten wahrgenommen und diese differentiellen topochemischen Eindrücke zu ihrer Orientierung verwertet! Fürwahr, eine *glänzende Bestätigung der Forelschen Theorie!*

* * *

Sahen wir im vorhergehenden schon bei der verhältnismäßig einfachen Massensorientierung auf Geruchsfährten neben dem Geruchskomplex der Ameisenspur je nach Umständen noch eine Menge anderweitiger sinnlicher Faktoren (optische, topographische, kinästhetische, topochemische Wahrnehmungen) als *Hilfskonstanten* eine Rolle spielen, so ist diese *Mannigfaltigkeit der Orientierungsmittel* womöglich noch viel größer bei der *Einzelwanderung*, deren Analyse wir uns nunmehr zuwenden wollen.

Einzelreisen werden von den Ameisen — und zwar auch bei solchen Arten, welche für gewöhnlich auf kollektiven Fahrten oder Straßen gehen — meist zu *Erkundungszwecken* unternommen; doch gibt es auch, namentlich unter den Fleischfressern, Arten, die gewohnheitsmäßig einzeln jagen und dabei oft recht ansehnliche Strecken, bis über 100 m, durchwandern. Man glaubte früher allgemein, daß solche Einzeljäger und Kundschafter auf ihrer eigenen Hinspur zum Neste zurückkehren; allein diese Ansicht wurde 1909 von Cornetz als völlig irrtümlich widerlegt: Man kann nämlich vor einer solchen einsam heimkehrenden Ameise her den Boden bis in die unmittelbare Nähe des Nestes ausgiebig mit dem Besen wischen, ohne das Tier durch diese Prozedur im geringsten in seiner Orientierung zu beeinträchtigen! *Die einzeln wandernde Ameise geht also in der Regel nicht auf einer Geruchsspur.* Dagegen werden, wie ich kürzlich zeigen konnte, auch Einzelreisende in ihrer Orientierung meist mehr oder weniger irre, sobald man die Beschaffenheit des Bodens, über welchen sie gewandert sind, vor ihrer Rückreise in tiefergreifender Weise umgestaltet oder verändert, — ein Beweis,

daß sie während der Hinreise doch wenigstens von der *allgemeinen* Bodenbeschaffenheit vermittelt des topochemischen Fühlersinnes Notiz genommen haben.

Durch geduldige Beobachtung und kurvenmäßige Registrierung von einigen hundert Einzelwanderungen konnte Cornetz nun im weiteren feststellen, daß dieselben keineswegs etwa ein regelloses „Umherirren“ darstellen, sondern vielmehr ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten aufweisen. Sie erfolgen meist ziemlich geradlinig in einer bestimmten Hauptrichtung, wobei vorübergehende, zum Zweck besonderer Nachforschungen unternommene seitliche Abschweifungen jeweils mit bemerkenswerter Genauigkeit wieder ausgeglichen werden. Die Rückkehr folgt niemals genau der beim Hinweg beschriebenen Kurve, sie ist ihr jedoch im großen und ganzen parallel. Seltener werden bei einer Reise nacheinander *zwei* verschiedene Hauptrichtungen eingeschlagen, die dann meist rechtwinklig zu einander stehen und die bei der Rückkehr sukzessive in der umgekehrten Reihenfolge wieder aufgenommen („revertiert“) werden. In Nestnähe angekommen, verläßt die heimkehrende Ameise ihre meist etwas fehlerhafte Richtung in der Regel plötzlich an irgendeinem Punkte (der sich durch nichts von der Umgebung zu unterscheiden braucht) und beginnt in unregelmäßigen, konzen-



Fig. 5. Piérons Transportversuch.

trisch sich verengenden Kurven die *Suche nach dem Nesteingang* (sogenannte „Turnersche Kurve“). Und nun das Merkwürdigste: Fängt man eine solche einzeln heimkehrende Ameise an irgend einer Stelle ab und versetzt sie mehrere Meter seitwärts, so setzt sie in den meisten Fällen ihre Reise ohne weiteres in der nämlichen absoluten Richtung des Raumes fort, die sie vordem innehatte. Versetzt man sie also beispielsweise von einem Punkt x zehn Meter östlich des Nestes auf einen Punkt x_1 zehn Meter westlich desselben, so wandert sie jetzt seelenruhig geradewegs vom Neste fort, und zwar noch ungefähr so weit, als die Distanz beträgt, die sie von x noch bis zum Neste hätte zurücklegen müssen; dann beginnt sie, offenbar den Nesteingang suchend, Turnersche Kurven zu beschreiben. (Fig. 5.)

Die Ameise verhält sich also bei diesem Experiment so, als ob sie erstens einen Kompaß besäße, an welchem sie die absolute Reiserichtung ablesen könnte, und zweitens einen Schrittmesser (Podometer), der ihr die noch zurückzulegende Distanz in Streckendifferenzen anzeigen würde.

Dieses merkwürdige Phänomen, dessen Entdeckung wir dem französischen Forscher H. Piéron verdanken, gab in der Folge zu einem ganz ähnlichen Streit der Meinungen Anlaß, wie er seinerzeit um die Bethesche „Polarisationserscheinung“ entbrannt war. Insbesondere glaubte Cor-

netz hier vor einem Rätsel zu stehen, welches uns zur Annahme eines von allen sinnlichen Daten der Außenwelt unabhängigen, „absoluten inneren Richtungssinnes“ zwingen soll. Demgegenüber glaubte Santschi, ein in Tunesien lebender Schweizer Arzt, das Piérone'sche Phänomen auf ganz natürliche Weise wie folgt erklären zu können: Die Ameisen besitzen wie alle Insekten *zusammengesetzte Augen*, welche nach der *Müller-Eknerschen* Theorie des musivischen Sehens von den Gegenständen der Umwelt ein einziges aufrechtes *Appositionsbild* entwerfen. Demgemäß wird sich also ein kleiner entfernter Gegenstand oder eine entfernte Lichtquelle, wie die Sonne, auch nur in einer oder in einigen wenigen Fazetten abbilden, und dies umsomehr, als die einzelnen Kristallkegel (Ommatidien) eine schmal-röhrenförmige Gestalt haben und durch schwarzes Pigment in der Weise voneinander isoliert sind, daß sie je-
weilen nur den mehr oder weniger senkrecht ein-

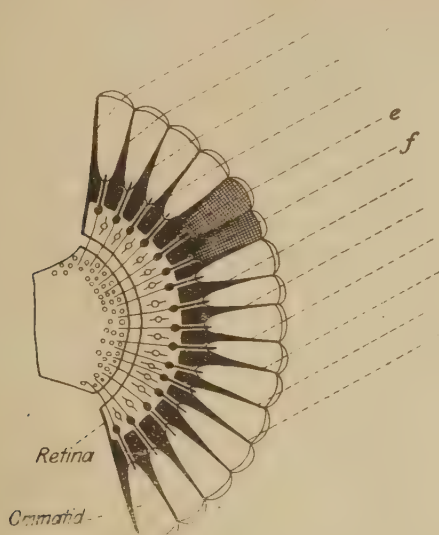


Fig. 6. Strahlengang im Fazettenauge.

fallenden Strahlen (e, f) Zutritt zur lichtempfindlichen Nervenmembran, der Netzhaut, gewähren. (Fig. 6.)

Die Ameise braucht nun während ihres Marsches bloß dafür zu sorgen, daß das Sonnenbild, bzw. die hellste Stelle des Firmaments, beständig in die nämlichen Fazetten fällt und sich beim Rückweg so einzustellen, daß dieses Bild nunmehr die korrespondierenden Netzhautpunkte der anderen Seite trifft: So wird ihre Reise eine gerade Linie darstellen und ihr Rückmarsch der Hinweglinie parallel sein und sie ziemlich genau wieder zum Ausgangspunkt zurückführen. Mit anderen Worten: Die Fazettenaugen der Ameisen sind gewissermaßen „Lichtkompass“, welche den Tieren die Einhaltung einer konstanten geraden Reise-richtung und beim Rückweg — infolge Reversion des Lichtbildes auf die korrespondierenden Fazetten der andern Seite — eine ziemlich genaue Rückkehr zum Ausgangspunkt ermöglichen.

Als Beweis der Richtigkeit seiner Lichtkom-

paßtheorie weiß Santschi namentlich das folgende hübsche Experiment anzuführen: Er beschattete bei einzeln heimkehrenden Ameisen das zu durchwandernde Terrain mit Hilfe eines großen Schirms und projizierte sodann das Bild der Sonne mittelst eines Spiegels auf die andere Seite. Die Ameisen kehrten sofort um und wanderten solange in der entgegengesetzten Richtung des Raumes weiter (also jetzt gerade vom Nest weg), als Santschi die falsche Sonne scheinen ließ (virtuelle Orientierung). — Das Spiegelexperiment ergibt, wie ich später zeige, selbst auf Geruchsfährten — trotz Bethes „Polarisation“ — ausnahmslos positive Resultate; ein Beweis, daß die Lichtorientierung auch auf Geruchsspuren, namentlich bei der Bestimmung der relativen Richtung, noch eine hervorragende Rolle spielt. Man ersieht hieraus, wie gut wir daran taten, bei der Analyse der Geruchsorientierung diese optische Komponente durch geeignete Ver-

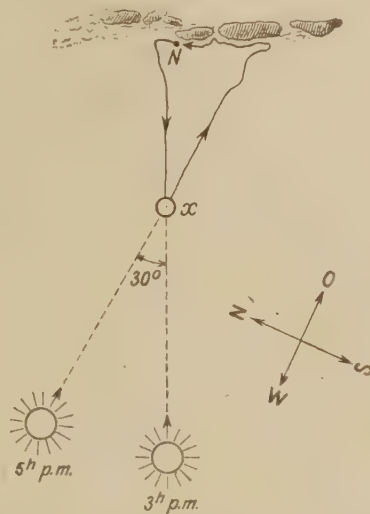


Fig. 7. Nachweis der Sonnenorientierung durch den Fixierversuch.

suchsanordnungen (bipolare Beleuchtung usw.) von vornherein auszuschalten!

Zwei Jahre später gelang es mir, die Sonnenorientierung der Ameisen noch auf andere Art mit fast mathematischer Genauigkeit wie folgt nachzuweisen: Eine kleine Ameise (*Lasius niger*) wandert fast geradlinig der Sonne entgegen auf einen großen Sandplatz hinaus (Fig. 7). Ich setze sie bei x gefangen, indem ich eine kleine Schachtel über ihr in den Sand stülpe. Es ist genau 3 Uhr nachmittags. Um 5 Uhr nehme ich das Schächtelchen weg. Die Ameise setzt sich alsbald in Bewegung und wandert langsam nach dem Rande der Sandwüste, an der ihr Nest liegt, zurück: Doch weicht ihre Rückweglinie von der Heimwegkurve um 30° nach rechts ab, also um genau so viele Bogengrade, als die Sonne während der zweistündigen Gefangenschaft des Tierchens am Firmament im umgekehrten Sinne gewandert ist! — Auch in zahlreichen anderen Fällen, wo-

bei ich die Zeit der Gefangensetzung variierte, entsprach die Winkelabweichung des Rückweges stets ziemlich genau dem betreffenden Sonnenwinkel, mit einem Fehler von nur $\frac{1}{2}$ bis 1 Bogengrad.

Es wäre nun aber eine grundfalsche Verallgemeinerung, etwa anzunehmen, daß sich die einzeln wandernde Ameise in *allen* Fällen ausschließlich mit Hilfe ihres „Lichtkompasses“ orientiert. Gerade bei den psychisch hochstehenden, mit relativ bestentwickelten Augen versehenen Arten der Gattung *Formica* versagt vielmehr mein obiger Fixierversuch meist gänzlich, indem die Ameisen nach der Freilassung ihren Weg-gewöhnlich ohne weiteres in der früheren Richtung fortsetzen. Ja noch mehr! — auch der *Piéronsche* Parallellauf läßt bei diesen Arten häufig im Stich, indem die Tiere nach dem seitlichen Transport die entstandene seitliche Abweichung nicht selten durch entsprechendes Traversieren prompt ausgleichen. Auch das folgende Experiment spricht durchaus dafür, daß die Orientierung auf Einzelwanderungen nicht immer auf Grund der exakten räumlichen Lokalisation der Lichtquelle im Fazzettenauge erfolgt. Ich jagte Ameisen (*Formica*

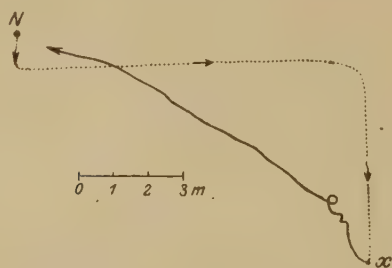


Fig. 8. Zweischenkliger „Zwangslauf“ N—x. Punktierter Linie: Hinweg. Ausgezogene Kurve: Rückkehr in der Diagonale.

sanguinea) von ihrem Neste fort und zwang sie durch Lenken mit den Händen (indem ich jede Umkehr oder seitliches Ausbrechen durch Drohungen zu verhindern wußte), auf dem erwähnten Sandplatz eine aus zwei rechtwinkligen Geraden bestehende Reise von 15–20 m Länge zurückzulegen, worauf ich sie bei f freigab. (Fig. 8.) Die Tiere kehrten von einem solchen „Zwangslauf“ stets direkt nach N zurück, und zwar ausnahmslos in der Diagonale, also entgegen der Cornetzschen Regel, wonach sie die beiden Reiserichtungen nacheinander hätten revertieren sollen. Auch nach kompliziertem bogenförmigen oder vielwinkligen Zwangslauf (mit vielen kleinen Bögen und Gegenrichtungen) erfolgte die Rückkehr stets prompt in der Sekante, bzw. der ungefähren Resultante der Hinkurve, also wiederum ziemlich geradlinig nach N. — Aus alledem muß geschlossen werden, daß diese psychisch hochstehenden Ameisen sich unter Umständen auch nach gewissen stabilen optischen Wegmarken orientieren, vermutlich nach den verschwommen wahrgenommenen Umrissen großer entfernter Objekte, wie Bäumen, Häusern usw., deren relative räumliche

Lage sie mit derjenigen des Nestes in assoziative Beziehung bringen (*differenzierte visuelle Orientierung*). Daß dem so ist, geht u. a. auch aus der bemerkenswerten Tatsache hervor, daß Ameisen, die ich direkt vom Nest an einen von der betreffenden Kolonie seit Wochen nicht mehr besuchten Ort, nämlich zu einem ehemaligen Nistplatz versetzte, sich daselbst sehr bald orientierten und die mehr als 30 m weite Entfernung zum neuen Nest in kürzester Zeit auf dem geradesten Weg zurücklegten. Die Ameisen verfügen demnach, wie die Bienen und die höheren Tiere, zweifellos auch über ein gewisses Maß von echtem Ortsgedächtnis, d. h. sie sind imstande, einen früher besuchten, weit entfernten Ort an gewissen charakteristischen (vielleicht topochemischen) Merkmalen selbst nach Monaten wiederzuerkennen und sich von da, mit Hilfe einer Reihe im Gedächtnis registrierter und sukzessiv assoziierter intermediärer Richtungspunkte (wahrscheinlich vorwiegend visueller aber zum Teil wohl auch topochemischer Natur) wieder zum Nest zurückzufinden. So hat wahrscheinlich auch jene Ameise meines ersten „Fixierungsversuches“ (Fig. 4) nach ihrer Wiederankunft am Rande des Sandplatzes an der abweichenden Beschaffenheit des Bodens erkannt, daß sie zu weit nach rechts geraten war, und diese Wahrnehmung veranlaßte sie sofort, den beträchtlichen seitlichen Fehler durch entsprechendes Linksgehen zu korrigieren.

Damit muß ich meine Ausführungen schließen. Die Knappheit des verfügbaren Raums gestattete mir nicht, auf zahlreiche wichtige und interessante Einzelheiten näher einzugehen; ich hoffe aber, daß auch schon das wenige, was hier zur Sprache gebracht werden konnte, genügen werde, um dem Leser ein anschauliches Bild von dem gegenwärtigen Stand der Frage zu geben. Er wird daraus ersehen haben, daß die Fernorientierung der Ameisen ein ungemein verwickelter psychophysiologischer Vorgang ist, bei dessen Zustandekommen je nach Umständen Eindrücke der verschiedensten Sinnesgebiete: olfaktorische, topochemische, topographische, kinästhetische, optische und differenzierte visuelle Erlebniskomplexe bald für sich allein beteiligt sind, bald — weitaus häufiger — kombiniert zusammenwirken. Wir haben es in der Hand, den besonderen Anteil jedes dieser Komplexe bei jedem Einzelfall durch exakte physiologische Analyse festzustellen; die Annahme irgendwelcher geheimnisvoller Richtungskräfte oder dergleichen über die Grenzen unseres wissenschaftlichen Naturerkennens hinaus erscheint dabei durchweg entbehrlich. Die weitere Folgerung, daß eine solche indirekte Orientierungsfähigkeit nur auf der Grundlage eines verhältnismäßig hochentwickelten sinnlichen Gedächtnisses möglich ist und somit ein relativ hochentwickeltes Gehirn zur Voraussetzung hat, steht mit den anatomischen Tatsachen nicht im Widerspruch; wissen wir doch seit *Dujardins* Untersuchungen, daß die Weibchen und Arbeiter der sozialen Hymenop-

teren (Ameisen, Bienen, Wespen) im Gegensatz zu allen übrigen Insekten über ein hochdifferenziertes, dem Großhirn der Wirbeltiere analoges, sekundäres Vorderhirn verfügen, das in Gestalt der sogenannten *Corpora pedunculata* sogar eine vierfache Faltung seiner Oberfläche zeigt.

Besprechungen.

Roozeboom, H. W. Bakhuis, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre. 2. Heft: Systeme aus zwei Komponenten. 2. Teil: Systeme mit zwei flüssigen Phasen. Von E. H. Büchner. VIII, 226 S., 72 Abbildn. und 1 Tafel. Preis geh. M. 12,—. 3. Teil: Pseudobinäre Systeme. Von A. H. W. Aten. VIII, 198 S. und 101 Abbildn. Preis geh. M. 10,60. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1918.

Über die Fortführung des von Bakhuis Roozeboom unvollendet hinterlassenen Werkes ist bereits früher in dieser Zeitschrift (1 (1913), 362) berichtet worden. Die neuerdings herausgegebenen beiden Hefte bringen den Abschluß der „Systeme aus 2 Komponenten“, von denen allerdings noch wichtige Mittelstücke fehlen, nämlich alle Systeme, bei denen sich Verbindungen oder Mischkristalle der beiden Komponenten bilden.

Das von E. H. Büchner verfaßte Heft behandelt die Gleichgewichtserscheinungen, welche eintreten, wenn sich in einem 2-Komponentensystem 2. flüssige Schichten bilden. Dies findet verhältnismäßig selten statt bei 2 anorganischen Stoffen, wird häufiger schon bei rein organischen Substanzpaaren beobachtet und ist ziemlich weit verbreitet bei Systemen aus einer anorganischen und einer organischen Komponente. In der erwähnten Besprechung von Heft III, 2 des Roozeboom'schen Werkes habe ich darauf hingewiesen, daß die experimentell untersuchten Systeme dreier Komponenten mit 2 flüssigen Schichten ziemlich weit ab von den Wegen liegen, die der Chemiker zu gehen gewohnt ist. Das trifft bei den entsprechenden 2-Komponenten-Systemen nun nicht zu; sie gelangen vielmehr häufiger zur Beobachtung und ihre genauere Kenntnis, wie sie hier vermittelt wird, kann auch dem experimentierenden Chemiker wertvolle Dienste leisten. Hervorzuheben ist, daß Büchner sich bei seinen Erörterungen nicht streng auf den durch die Phasenregel gegebenen Rahmen beschränkt, sondern seine Probleme allseitig beleuchtet; so z. B. sucht er die Ursachen der Entmischung zu klären, trägt seine Ansicht über die Phasenverhältnisse von Kolloidlösungen vor und gibt eine Darstellung der Untersuchungen über Gashydrate, die jeden Chemiker anziehen wird.

Die Phasenlehre ist eines der bestgeratenen und erfolgreichsten Kinder der Thermodynamik; wie diese, hat auch sie lange Zeit von allen besonderen Vorstellungen über die Natur der betrachteten Systeme Abstand genommen. In der damit erreichten Unabhängigkeit von den wechselnden Eigenschaften der Stoffe liegt ohne Zweifel eine große Stärke, aber zugleich auch eine gewisse Schwäche: ihr fehlten scheinbar die geeigneten Organe zur Erkennung der Molekularwelt. Kaum aber hatte man diesen Fehler deutlich erkannt, als es auch gelang, ihn durch eine leichte Operation zu beseitigen, und die Phasenlehre in den Vollbesitz ihrer Sinnesorgane zu setzen. Unbildlich gesprochen: Die ältere Phasenlehre hatte auf die innere (molekulare) Zusammensetzung der Phasen keine Rücksicht genommen, weil das bei den meisten der behan-

delten Fragen ganz überflüssig gewesen wäre; es zeigten sich aber dann einzelne Fälle, bei denen man ohne die Betrachtung der molekularen Vorgänge nicht mehr auskam, und zwar geschah dies immer dann, wenn während der Herstellung der heterogenen Gleichgewichte zwischen den verschiedenen Phasen *gleichzeitig in ihnen* molekulare Umwandlungen stattfanden; dann nämlich erscheint die Zahl der Komponenten des Systemes vergrößert, und trotzdem nur 1 Komponente (im Sinne der älteren Phasenlehre) vorhanden ist, so können doch z. B. die Erscheinungen auftreten, die man gewöhnlich an Systemen aus 2 Komponenten findet. Es würde aber nun auch nicht genügen, in diesen Fällen den Betrachtungen einfach die vergrößerte Komponentenzahl zugrunde zu legen, was ja das Nächstliegende wäre, denn, wie man leicht einsieht, ist für das Verhalten des Systemes nunmehr die *Geschwindigkeit* der molekularen Umwandlung von entscheidender Bedeutung. Bleiben wir bei dem oben gewählten einfachsten Beispiel: In einem System, das seiner Bruttozusammensetzung nach nur eine Komponente besitzt, seien die beiden Molekelarten A und B (die also isomer sein müssen) möglich. Stellt sich dann das innere homogene Gleichgewicht zwischen A und B sehr schnell ein (oder jedenfalls schneller als die heterogenen Gleichgewichte zwischen den verschiedenen Phasen), so treten ungestört die Erscheinungen eines 1-Komponentensystemes auf; stellt sich dagegen das innere Gleichgewicht sehr langsam ein, so beobachtet man ein Verhalten, das vollständig dem eines 2-Komponenten-Systemes entspricht; und wenn endlich die Geschwindigkeit, mit der das innere Gleichgewicht erreicht wird, ungefähr von derselben Größenordnung ist, wie die Geschwindigkeit, mit der die Änderung der äußeren Bedingungen erfolgt, so hat man es durch diese in der Hand, bald die Erscheinungen des ersten, bald die des zweiten Systemes hervorzurufen.

Solche *unär-pseudobinären oder bimolekular-unären Systeme* werden nun von A. H. W. Aten in dem zweiten der angezeigten Hefte behandelt, und dabei zeigt sich nun deutlich, daß die Phasenregel nicht nur ausreicht, die heterogenen Gleichgewichte solcher Systeme zu ordnen und zu beschreiben, sondern daß sie darüber hinaus auch geeignet ist, über den Verlauf der stattfindenden molekularen Umwandlungen Aufklärungen zu geben.

Aten behandelt den Stoff in sehr geschickter Weise; er versteht es, das Interesse des Lesers zu fesseln, indem er sich nicht auf weitläufige Erörterungen fernliegender theoretisch möglicher Fälle einläßt, sondern sich ziemlich eng an das vorhandene Tatsachenmaterial anschließt; hierbei beschränkt auch Aten sich nicht ausschließlich auf die Phasenlehre, sondern er zieht auch andere Hilfsmittel heran, die geeignet sind, die behandelten Probleme zu klären. Einen ziemlich breiten Raum nimmt die Darstellung von Smits Theorie der Allotropie ein. Smits nimmt an, daß jeder Stoff, der die Erscheinung der Polymorphie zeigt, also in mehreren festen Formen auftreten kann, aus 2 verschiedenen Molekelarten besteht, die auch in fester Form miteinander mischbar sind. Polymorphe Stoffe gehören demnach zu den pseudobinären Systemen. Aus dieser Grundannahme vermag nun Smits eine einleuchtende Erklärung des Unterschiedes zwischen „umkehrbaren“ (enantiotropen) und „nicht umkehrbaren“ (monotropen) Umwandlungen zu liefern und eine Reihe von schwierig verständlichen Beobachtungen an polymorphen Stoffen zu deuten. Diese Theorie wird auf die Polymorphie von Merkurijodid, Phosphor, Schwefel, Selen, Zinn usw. angewandt, und man kann nicht leug-

nen, daß sie interessante Gesichtspunkte und Ausblicke bietet. Eine ganze Anzahl der bisher untersuchten pseudobinären Gleichgewichte gehört dem Gebiet der organischen Chemie an, und deswegen sei auch das Studium der Schrift von *Aten* besonders den Organikern empfohlen. *J. Koppel, Berlin-Pankow.*

Herz, W., Moderne Probleme der allgemeinen Chemie.

Vier Vorträge in allgemein verständlicher Darstellung. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1918. 76 S. Preis M. 3,60.

Im ersten Vortrag bespricht W. Herz das Gesetz von der Erhaltung der Masse, die 3. thermodynamischen Hauptsätze sowie die Gültigkeitsgrenzen dieser Gesetze; der zweite ist den Aggregatzuständen der Stoffe gewidmet; der dritte Vortrag stellt die verschiedenen experimentellen Nachweise für die wirkliche Existenz der Molekeln und Atome zusammen und der vierte endlich schildert die Erscheinungen der Radioaktivität, die dadurch neuerdings notwendig gewordenen Änderungen im Begriff des chemischen Elementes und schließlich das periodische System und seine Ausgestaltung durch die Spektroskopie mit Röntgenstrahlen.

Die Vorträge scheinen für ein mit Naturwissenschaften nicht belastetes Publikum bestimmt gewesen zu sein, da der Verfasser vielfach auch recht elementare Dinge breit erörtert; sie werden dem Leser dieser Zeitschrift deswegen kaum etwas Neues bieten. Aber die Anordnung ist eigenartig und die Darstellung — bis auf einige Kleinigkeiten — zuverlässig und gewandt. Man darf deswegen wohl die Hoffnung aussprechen, daß diese Schrift in den Kreisen, an die sie sich wendet, anregend wirken und zu einer gesunden Ausbreitung naturwissenschaftlichen Denkens beitragen wird.

J. Koppel, Berlin-Pankow.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 2. September besprachen Professor *Schalow* und Geheimrat *Reichenow* die neu erschienene Literatur und legten Briefe im Felde befindlicher Ornithologen vor. Hiernach soll in Serajewo ein forstbotanisches Reservat begründet werden. In der Umgebung von Sofia zeigen sich augenblicklich große Schwärme des Rosenstars (*Pastor roseus* L.). Besonderes Interesse erregten Photographien von Baizvögeln aus der asiatischen Türkei, die Professor *v. Le Coq* an Professor *Schalow* gesandt hatte. Auch der rotrückige Würger (*Lanius collurio* L.) wird von den Türken als Baizvogel benutzt.

Geheimrat *Reichenow* sprach über die syrischen Buntspechte und wies an der Hand von Bälgen des Berliner Museums nach, daß *Dendrocopus syriacus* vom Libanon von *Hartert* in den „Vögeln der paläarktischen Fauna“ ungenau beschrieben ist und nicht mit der in Syrien lebenden Form *feliciae* identisch ist, die auch in Mazedonien vorkommt. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal des *D. syriacus* vom *D. major* sind die unteren Schwanzdecken, die bei ersterem schwarz mit weißen Binden, bei letzterem dagegen weiß mit schwarzen Binden gefärbt sind. Diese Angabe fehlt in *Harterts* Beschreibung.

Hierauf hielt Major *v. Lucanus* einen Vortrag über die Heimkehr der Zugvögel und führte folgendes aus: Für die Frage, ob unsere Zugvögel aus der Winterherberge regelmäßig in ihre engere Heimat zurückkehren, hat der Ringversuch sehr interessante Ergebnisse geliefert. Der ungarische Forscher *Béla*

von *Scéôts* stellte durch umfangreiche Schwalbenberingung fest, daß die Haus- wie die Mehlschwalben, alt wie jung, regelmäßig zu ihrem Geburtsort im Frühjahr zurückkommen. Mit Vorliebe brüten die Schwalben immer wieder in demselben Gehöft, ja benutzen jahrelang dasselbe Nest. Nächste den Schwalben ist beim weißen Storch, dem Mauersegler, dem Star und der Lachmöwe der Heimatsinn sehr ausgeprägt, von denen ebenfalls die meisten Vögel aus der Winterherberge in ihre alte Heimat zurückkehren. Außerdem wurde noch bei folgenden Zugvögeln die Rückkehr nach ihrem Geburtsort beobachtet: Seeschwalbe, Regenpfeifer, Kiebitz, Waldschnepfe, Bräuchvogel, Wasserhuhn, Nachtreier, Schopfreier, Purpurreier, Fischreier, Ringeltaube, Rohrweihe, Sperber, Mäusebussard, Wanderfalk, Abendfalk, Fliegenfänger, Dohle, Buchfink, Bluthänfling, Wiesenpieper, Feldlerche, Heckenbraunelle, Wald- und Fitislaubsänger, Singdrossel, Wacholderdrossel, Garten- und Hausrotschwanz, Rotkehlchen — eine stattliche Reihe von Vögeln der verschiedensten Gattungen und Ordnungen, die sich zweifellos durch den Ringversuch später noch wesentlich vergrößern wird. Man kann daher die Rückkehr der Zugvögel in ihre engere Heimat als ein Naturgesetz ansehen, das für die meisten Arten gilt. Freilich gibt es auch Ausnahmen; so kehrte von zahlreich beringten jungen Neuntöttern (*Lanius collurio*) noch niemals ein Exemplar in die Heimat zurück. Auch bei den Vögeln, für die die Rückkehr in die Heimat Gesetz ist, kommen mitunter Abweichungen vor, wie ein in Holland erbrüteter Star, der später als Brutvogel in Finnland erlegt wurde, beweist.

Auch unter den Standvögeln macht sich bei jungen Individuen manchmal ein Wandertrieb rege. So wanderte von zwei jungen Schwarzspechten aus Böhmen der eine nach Schlesien, der andere nach Westfalen aus.

Diese zeitweise vorkommenden Ansiedlungen junger Vögel auf fremdem Gebiete, die sowohl bei den Zug- wie bei den Standvögeln beobachtet werden, mögen ein zweckmäßiges Mittel der Natur sein, um die Ausbreitung der Arten zu fördern und den schädlichen Einfluß der Inzucht zu verhindern.

Für 4 Vogelarten (Haus- und Mehlschwalbe, Kleiber und Gartenrotschwanz) wurde durch den Ringversuch ein treues Zusammenhalten einzelner Paare innerhalb mehrerer Jahre festgestellt. Dauerehen scheinen also in der Vogelwelt häufiger vorzukommen, als man bisher annahm. Sie sind jedoch nicht eine Eigenschaft bestimmter Arten, sondern beruhen mehr auf individueller Veranlagung; denn gerade die Schwalben, unter denen die meisten Dauerehen beobachtet wurden, lösen mitunter ihren Ehebund schon nach der ersten Brut auf und verrichten die zweite mit einem andern Gemahl — ein Beweis, daß auch dem Vogel, so sehr auch das Reflektorische in seinem Seelenleben im Vordergrund steht, ein gewisser Spielraum zur individuellen Betätigung gelassen ist.

F. von Lucanus.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen. (*Neuberg, Carl*. Sitzber. Preuß. Akad. 6. VI. 18 und Bioch. Zs. 88, 145.) Im Jahre 1911 gelang *Neuberg* die Entdeckung eines neuen Fermentes, der *Carboxylase*, das aus Brenztraubensäure CO_2 + Azetaldehyd bildet: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{COOH} = \text{CH}_3\text{CHO} + \text{CO}_2$. Dieses Ferment ist in dem Gemisch von Hefefermenten enthalten.

das man mit dem Sammelnamen *Zymase* begreift, und das nach der klassischen Entdeckung *Edward Buchners* für die alkoholische Gärung der Zucker verantwortlich ist. In Fortsetzung seiner Untersuchungen gelang *Neuberg* der Nachweis, daß sich dieses Ferment weit verbreitet in Pflanzen und auch in tierischen Geweben vorfindet, und daß es nicht nur Brenztraubensäure, sondern auch zahlreiche andere α -Ketosauren der Formel $R \cdot CO \cdot COOH$ in derselben Weise angreift. Damit war nahegerückt, daß die Carboxylase bei den Prozessen des vitalen Zuckerabbaus in der Hefezelle, wie in Zellen höherer Organismen eine entscheidende Rolle spielt, insofern als durch ihre Wirkung die Entstehung des *Kohlendioxyds* eine sehr einfache Erklärung findet, wenn man, wie dies sehr wahrscheinlich ist, Brenztraubensäure als Zwischenprodukt des Zuckerabbaus ansieht. Auch die Entstehung von Äthylalkohol ist dann leicht zu deuten, da er durch einfache Hydrierung aus dem Azetaldehyd entsteht. Trat somit durch diese Befunde die Carboxylasewirkung in den Mittelpunkt des Problems der Gärung und des Zuckerstoffwechsels, so ergab die Wirkung der Carboxylase auf andere α -Ketosauren Beziehungen zum *Eiweißstoffwechsel*. Denn nach einer allgemein geteilten Annahme gehen die α -Aminosäuren als Spaltstücke der Proteine im Stoffwechsel bei der Desaminierung in α -Ketosauren über. Es stoßen also an diesem Punkte Eiweißstoffwechsel und Kohlehydratstoffwechsel zusammen.

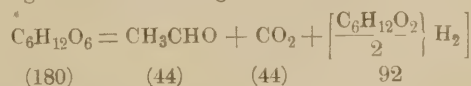
Besonderes Interesse verdient nun die neuerliche Feststellung von *Neuberg*, daß sowohl die physiologisch wichtigen α -Ketosauren (also die Umwandlungsprodukte aller natürlichen α -Aminosäuren), wie auch die aus ihnen durch Carboxylase sich bildenden Aldehyde, darüber hinaus aber auch *alle* untersuchten sonstigen Aldehyde vom Formaldehyd bis zum Phthalaldehyd usw. sich als äußerst wirksame *Aktivatoren der Zymasegärung* mit Hefemacerationssaft erweisen. Die Aldehyde sind nun in Pflanzen weit verbreitet, besonders in Blättern und ätherischen Ölen, und entstehen dort auf die mannigfachste Weise, so daß hier die Aktivatoren des Zuckerumsatzes überall gegenwärtig sind. Auch die sogenannte intramolekulare Atmung der Pflanzen, welche der alkoholischen Gärung nahe verwandt ist, wird durch Aldehyde aktiviert. Besonders bemerkenswert ist, daß auch der *Formaldehyd*, der nach den neuesten Untersuchungen *Willstätters* das erste Produkt der Assimilation des CO_2 und der Zuckerbildung ist, dieselbe Rolle spielt, daß also Zuckerbildung und Zuckerumsatz (Atmung) hier eng zusammenhängen. Ketone wirken absolut nicht, wohl aber Thioaldehyde und die Sulfidverbindungen der Aldehyde. Dagegen heben andere Stoffe, welche sich an die Aldehydgruppe binden, die Wirksamkeit auf, so Blausäure, Hydroxylamin usw. Mit dieser „Vergiftung“ der Aktivatoren hängt sicherlich die Hemmung der Fermentwirkung durch diese Stoffe zusammen.

Diese schönen Befunde *Neubergs* führen uns wieder einen Schritt weiter in der Aufhellung eines der Zentralprobleme der Biochemie, des *Chemismus des Zuckerabbaus* und des damit eng verbundenen Umsatzes der stickstofffrei gemachten Eiweißspaltstücke. Sie zeigen wieder die außerordentlich feine Abstimmung und Regelung dieser Fermentprozesse, bei denen im Laufe des Vorganges selbst sich wieder die Werkzeuge bilden, die ihn in normalem Gange erhalten.

C. O.

Festlegung der Aldehydstufe bei der alkoholischen Gärung (*C. Neuberg* und *E. Reinfurth*, *Bioch. Zs.* 89, 365). Die im vorigen Referat wiedergegebenen Befunde von *Neuberg* machten es zwar sehr wahrschein-

lich, daß der Abbau der Hexosen bei der Gärung über Azetaldehyd verläuft, aber der *Beweis* konnte nur dadurch erbracht werden, daß man den Azetaldehyd als Zwischenprodukt *nachwies*. Das ist trotz vieler Mühen nie gelungen; die kleinen Mengen, die sich nachweisen ließen, konnten auch durch nachträgliche Oxydation des Alkohols usw. entstanden sein. In dieser Arbeit ist nun *Neuberg* der Nachweis gelungen, und damit eines der Zentralprobleme der Gärungschemie aufgeklärt. Läßt man die Gärung bei Gegenwart von alkalisch reagierendem *neutralen Sulfid* vor sich gehen, so erhält man 19 % des Gewichtes des vergorenen Zuckers als Azetaldehyd in Form seiner Bisulfidverbindung. Dieser Vorgang verläuft bei Abschluß von Sauerstoff. Der Aldehyd ist fest gebunden; die Maische riecht nicht einmal danach; deswegen tritt auch keine Störung der Gärung durch den — giftigen — Aldehyd ein. Durch kohlen-sauren Kalk kann der Aldehyd freigesetzt werden. Die Aldehydausbeute hängt von der zusetzbaren Menge Sulfid ab, welche die Hefe noch vertragen kann; die Versuche sind zunächst an den widerstandsfähigeren Oberhefen gemacht worden. Glukose, Fruktose und Sacharose geben dieselben Resultate. Interessant ist, was nun aus dem *Wasserstoff* (2 Atome) wird, der sich bei normalen Gärungen an den Aldehyd zu Alkohol bindet. Freier H tritt nicht auf, auch keine Reduktion der Sulfite oder der CO_2 . Der überschüssige H muß also an der C_3 -Kette hängen bleiben, bevor diese in CH_3CHO und CO_2 zerfällt. Die Gärungsgleichung nimmt dann folgende Form an



Es könnten also theoretisch aus 180 g Hexose 44 g Azetaldehyd entstehen = 24,44 %; davon sind 17,95 % gefunden, also 73,5 % des *theoretischen Möglichen*. Der Verlust erklärt sich durch Dissoziation des Aldehyd-Sulfidkomplexes. Die Verfasser weisen im Zusammenhang damit auf den hohen Aldehydgehalt des aus Sulfidablaugen gewonnenen Alkohols hin.

C. O.

Über Peroxydase (*Richard Willstätter* und *Arthur Stoll*, *Liebigs Annal. der Chemie*, Bd. 416, S. 21). In dieser Arbeit beginnt *Willstätter* mit seinem treuen Mitarbeiter *Stoll* den Marsch in ein für ihn und für die Forschung neues Land, die Chemie der fermentativ wirkenden *Substanzen*. Es ist bekannt, daß wir über dieses Gebiet noch so gut wie nichts wissen. Erst hielt man die Fermente ohne weiteres noch für „*eiweißähnlich*“, weil die rohen Präparate sämtlich Eiweißreaktionen geben. Später hielt man sie, moderner ausgedrückt, für Kolloide, was wohl auch für die meisten zutrifft, aber im übrigen für die chemische Struktur nicht weiter hilft. In neuerer Zeit hat man zwar von einigen Fermenten (Pepsin, Amylase, Invertase) annähernd reine Präparate erhalten, aber über ihre Chemie weiß man auch noch kaum etwas. *Willstätter* hat sich zunächst die *Peroxydase* (aus Meerrettich) vorgenommen, da nach einigen Befunden die Möglichkeit bestand, daß es sich um einen relativ einfachen Stoff handelt. Sein Präparat ist 18 mal so konzentriert als das bisher beste Peroxydasepräparat (*Back*). Ein mg davon bildet in 5 Min. 700 mg Purpurogallin (aus Pyrogallol). Von seiner Natur ist vorläufig festgestellt, daß es ein stickstoffhaltiges Glykosid ist, das 30 % Pentose und die äquimolekulare Menge eines anderen Zuckers, wahrscheinlich einer Hexose, enthält. Es enthält neben Erdalkalien *Eisen*, und zwar wahrscheinlich als *wirksamen Bestandteil*. Die Isolationsmethode beruht auf

Dialyse, dann Behandlung mit Oxalsäure, die das Ferment in den Zellen niederschlägt; dann feine Zerkleinerung, Abnutschen, Behandlung mit Bariumhydrat und Ausfällung des Ba durch CO_2 . Der so gereinigte Auszug wird durch partielle Fällung mit wenig Alkohol gereinigt, filtriert, im Vakuum eingedampft, mit Alkohol gefällt. Es entsteht ein Pulver, das durch Umfällen mit Alkohol gereinigt werden kann. Aus diesem Präparat kann man dann durch Ausfällen mit HgCl_2 ein wirksames Glykosid entziehen. Die Hg-Verbindung der Peroxydase wird mit Säuren zerlegt.

Die Wertbestimmung muß mit ganz verdünntem H_2O_2 ausgeführt werden, da stärkeres das Ferment angreift. Unter diesen Umständen bleibt das Ferment bei der Wirkung *ungeschwächt*. Die sehr reinen Präparate nehmen schnell an Wirksamkeit ab. Säuren zerstören es sofort und irreversibel. Es enthält 8,5 % N. Mol. Gew. wahrscheinlich = etwa 500, also 3 Atome N. Das Eisen scheint mit der Wirkung zusammenzuhängen. — Oxyhämoglobin wirkt analog, nur quantitativ schwächer.

C. O.

Auf verschiedenste Weise sucht man die **Klimaverhältnisse der Vorzeit** zu entsleiern. Durch Vergleich mit ähnlichen heutigen Verhältnissen sucht *O. Nordenskjöld* die Klimazustände am Rande der alten Inlandeisgebiete zu erschließen. Beim Vorrücken muß am Eisrande ein glaziales Klima, wie in der Antarktis oder in Nordgrönland, geherrscht haben, mit kalten Sommern und Wintern. Beim Rückgange des Eises war dagegen am Eisrande ein kontinentales Klima, wie in Ostsibirien, mit warmen Sommern und kalten Wintern vorhanden. Polverschiebungen zur Erklärung heranzuziehen, lehnt auch *Nordenskjöld* ab (*Bull. Geol. Inst. Upsala* XV, 1916, S. 35—46).

Ebenfalls von der Gegenwart geht *F. Enquist* aus, indem er den Einfluß des Windes auf die Verteilung der Gletscher untersucht. Er stellt fest, daß sich Gletscher und dauernde Schneefelder hauptsächlich auf der Seite eines Berges ausbilden, die in Lee der vorherrschenden schneeführenden Winde liegt. Dies gilt auch für die Vorzeit. Die durch hohen Luftdruck ausgezeichneten Inlandseismassen drängten die Minima über dem Atlantischen und dem Stillen Ozean südwärts und veranlaßten so die Pluvialzeiten der niederen Breiten (ebend. XIV, 1916, S. 1—108).

Auch pflanzengeographische Erwägungen gestatten Rückschlüsse auf frühere Klimazustände. *G. Samuels-*

son zeigt in einer neueren Arbeit, daß wegen der ehemals größeren Verbreitung der Wassernuß und anderer Pflanzen und der höheren Lage der Birkenwaldgrenze in Skandinavien hier nach der Eiszeit eine um 1,5° höhere Hochsommertemperatur und wegen der weiteren Verbreitung der Haselnuß eine um 15 Tage längere Vegetationsperiode vorhanden gewesen sein muß (ebend. XIII, S. 93—114).

Neben den großen Inlandeisgebieten gab es in der Eiszeit zahlreiche Gebirgsvergletscherungen in Hoch- und Mittelgebirgen. In der Feststellung solcher Eispuren ist man aber doch zuweilen zu weit gegangen. So zeigt jetzt *A. Quaa*, daß die 1912 von *K. Stamm* behauptete Vergletscherung des Hohen Venn sich nicht erweisen läßt, daß sich vielmehr alle von *Stamm* festgestellten Tatsachen ganz ohne Mithilfe des Eises erklären lassen (*N. Jahrb. Min. Geol. Pal. Beil. Bd. XLI*, 1917, S. 503—564).

Th. A.

Künstliche Erzeugung von Regen. Schon seit langer Zeit hat man nach verschiedenen Methoden versucht, Regen künstlich zu erzeugen, ohne daß bisher ein nennenswertes Ergebnis zu verzeichnen gewesen wäre. Deshalb verdient ein Bericht Beachtung, in dem auf Grund von Ausführungen in den Zeitschriften *L'Industrie Electrique* und *Electrical Review* erfolgreiche Versuche beschrieben werden¹⁾, die mit Unterstützung der australischen Regierung auf den Versuchsfeldern von Bookaloo (80 km westlich von Port Augusta) und von Wynbring angestellt worden sind. Es soll dabei eine Vergrößerung der Regenmenge um 60 bis 70 % erzielt worden sein, so daß man zur Errichtung von zwei weiteren Versuchsfeldern in Neustüdwaes und Victoria geschritten ist. Die Anlagekosten einer Station einschließlich der Betriebskosten des ersten Jahres sollen etwa 20 000 Franken betragen. Man benutzt leitend gemachte Drachen oder Fesselballons, die mit vielen feinen Metallspitzen versehen sind. Anfangs wurden diese Leiter mit Starkstrom geladen, später einfach geerdet. Weitere Einzelheiten über die Versuche, die mitunter mehrere Stunden dauern, werden nicht angegeben. Eine Rentabilität dürfte wahrscheinlich nur für solche Länder in Frage kommen, bei denen der Wassermangel jede Möglichkeit einer normalen Bewässerungsanlage ausschließt, was allerdings für weite Gebiete Australiens zutrifft.

O. B.

¹⁾ Die Begünstigung von Regen durch Elektrizität. Von *M. Mayersohn*. Der Tropenpflanzer, Berlin, 1918, 21. Jahrgang, Seite 169—171.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 29. Mai.

Herr *F. A. Schulze* hielt den Vortrag: *Über den Einfluß der äußeren Wärmeleitung auf die Form der Isothermen auf ebenen Platten, mit Demonstrationen.* Im Marburger Physikalischen Institut war auf Veranlassung von Herrn *F. Richarz* durch Herrn *V. Heß* vor längerer Zeit eine Methode zur Demonstration von Isothermen auf ebenen Platten ausgearbeitet worden, welche auf dem Farbumschlag der thermoskopischen Substanzen Jodsilberjodquecksilber und Jodkupferjodquecksilber bei höherer Temperatur beruht. Die theoretische Behandlung des Einflusses der äußeren Wärmeleitung zeigt, daß dieser auf die Form der Isothermen von außerordentlich geringem Einfluß ist, wenn, wie es bei den Versuchen von *Heß* der Fall

war, die Platte aus gut leitendem Material von nicht zu geringer Dicke besteht, und zwar ist maßgebend der Zahlenwert des Ausdrucks

äußere Wärmeleitfähigkeit

innere Wärmeleitfähigkeit mal Dicke.

Die Abweichung der Form der Isothermen vom Idealfall, der die äußere Wärmeleitfähigkeit unberücksichtigt läßt, tritt besonders hervor bei dem Fall von zwei gleich starken Wärmequellen für die spezielle Isotherme, die aus einer Lemniscate besteht, deren beide Zweige sich in einem Punkte schneiden. Während sich im Idealfall die beiden Zweige hier unter rechtem Winkel schneiden, ist der Winkel zwischen den beiden die Wärmequellen nicht einschließenden Isothermengraden umso spitzer, je größer der obengenannte Ausdruck ist. Auf einer Glasplatte betrug dieser Winkel in der Tat nur etwa 50°.

Sodann sprach Herr *Franz Strieder*: *Über eine neue*

Anwendung des Fühlhebelsprinzips bei der Massenherstellung von Rotationskörpern. Es wurde eine neue Anwendung des Fühlhebels in einer besonderen Ausführungsart besprochen. Dieser Spezialführlhebel diente zur schnellen und genauen Einstellung von Werkzeugen an Drehbänken mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{30}$ mm. Zur Verwendung kam diese Anordnung bei Erledigung eines Auftrages von 40 000 Einzelteilen für Kriegsmunition in der mechanischen Werkstätte des Physikalischen Institutes.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau.

12. Juni. Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion.

Professor Dr. Clemens Schaefer und Dr. Martha Schubert: *Ultrarote Eigenfrequenzen der Nitrate, Jodate, Bromate, Chlorate, Metasilikate und Selenate.* Im Anschluß an ihre früheren Messungen über Sulfate und Karbonate wurden die Eigenschwingungen der oben genannten Verbindungen festgestellt. Es ergab sich die Existenz folgender „Baugruppen“ im Raumgitter: NO_3 , JO_3 , BrO_3 , ClO_3 , SiO_3 , SeO_4 . Die Resultate erlauben z. B. das von Vegard und Schjelderup mittels Röntgenstrahlen bestimmte Alaunmodell als falsch nachzuweisen; ferner ist die Bestimmung des Gitters von Na_2NO_3 durch die Braggs mindestens zweifelhaft und eine Untersuchung erwünscht.

Herr Privatdozent Dr. Cloos sprach über *Plutonische Raumbildung*. Ausgehend von der Erforschung des Erongebirges im Hererolande und Beobachtungen an deutschen, besonders schlesischen Granitgebieten, suchte der Vortragende die Frage zu lösen, wie es vulkanischen Massen möglich ist, innerhalb der Erdkruste („plutonisch“) an Stelle vorhandener Gesteine Platz zu finden. Die Antwort wurde gesucht durch Verschiebung des Problems auf das verwandte Gebiet der tektonischen Bewegungen. Diese lösen dauernd und auf vielfältigste Weise die Aufgabe der „Raumbildung“ und des „Platztauschs“. Gelingt es die vulkanischen Vorgänge mit ihnen in Parallele zu setzen, so kann das Problem als im Prinzip gelöst gelten. Diese Analogie ist aber tatsächlich eine enge und weitreichende: Sieht man ab von der Herkunft, Temperatur, chemischen Zusammensetzung der vulkanischen Massen, so wird der *Vulkanismus zu einer Tektonik mit hochplastischem Material*. Die beiden Bewegungsformen rücken aus dem Verhältnis von Ursache und Wirkung in dasjenige der Stellvertretung. Eine von ihnen macht die andere entbehrlich — gegebenenfalls sogar unmöglich. Hieraus ergeben sich besondere Folgerungen für die erdgeschichtliche Fortentwicklung des Krustenabschnittes. (Auszührlicher in den Monatsber. d. D. Geol. Ges. 1918, Heft 1.)

31. Juli. Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion.

Prof. Dr. Gg. Hilpert: *Über das Ausschalten großer Wechselstromleistungen unter Öl.* Da die Ausschaltvorgänge der Schaltapparate mit den elektrischen Lichtbogensvorgängen in engem Zusammenhange stehen, ging der Vortragende von diesen Erscheinungen aus. Es wurden zunächst die Begriffe „Ausschaltleistung“ und „Schalterarbeit“ erklärt, auf die Vorteile der Lichtbogenunterteilung (mehrpoleige Unterbrechung) hingewiesen und der Ausschaltvorgang bei Gleich- und Wechselstrom durch Versuche durchgeführt. Die Versuche ließen erkennen, wie viel schwieriger es ist, bei gleicher Spannung und Leistung einen Gleichstromlichtbogen abzuschalten als einen Wechselstromlichtbogen. Bei Wechselstrom ist ein stehender Lichtbogen unter 4—500 Volt nur schwer zu erzielen. Um die leichtere Lösbarkeit des Wechselstromlichtbogens deutlicher wahrzunehmen, andernteils den ungünstigen Einfluß der Phasenverschiebung zu zeigen, wurde der Ausschaltvorgang durch den Oszillographen durchgeführt (Versuch). Weitere Versuche zeigten die

Zunahme des Wechselstromlichtbogens bei hoher Spannung (16 000 Volt) und die gute Lösbarkeit unter Öl. Die Versuche unter Öl zeigten dabei auch die Gefahr der Ölentzündung sowie den Einfluß, welchen die Höhe des Ölspiegels auf die Entzündbarkeit ausübt. Nachdem an Hand von Lichtbildern auf die konstruktive Anordnung des Ölschalters, auf die angewendeten Schaltgeschwindigkeiten, die Ölgewichte und auf die Ausschaltbarkeit des Wechselstromes innerhalb einer Halbperiode bei normaler Belastung hingewiesen war, kam der Vortragende auf die ungünstigeren Ausschaltbedingungen bei Kurzschlüssen und insbesondere auf die in den letzten 6 Jahren in der Praxis vorgenommenen Kurzschlußversuche zu sprechen, welche von Dr.-Ing. Marguerre in der Zentrale Rjukanos und von Dr. Stern und Biermanns (A. E. G.) mit Maschinenleistungen bei 40 000 KVA vorgenommen worden sind.

In der letzten Zeit sind durch die Kommission für Hochspannungsapparate und Brandschutz in der Schweiz bzw. durch den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein und den Verband Schweizer Elektrizitätswerke eingehende Untersuchungen an Ölschaltern vorgenommen und ein besonderer Bericht, bearbeitet von Dr. Bruno Bauer, herausgegeben worden. Diese Untersuchungen, welche an besonders gebauten Versuchsschaltern vorgenommen wurden, haben interessante und wichtige Ergebnisse gezeitigt, die im nachfolgenden kurz angedeutet sein mögen. So wurde z. B. durch zahlreiche Ausschaltungen mit größeren Leistungen festgestellt, daß pro 1 Kilowattsekunde Schalterarbeit 45—50 ccm Schaltergase erzeugt werden, die je nach Zusammensetzung des Öles 60—70 % Wasserstoff und im übrigen aus schweren Kohlenwasserstoffen bestehen, also aus explosiblen Gemischen. Daß die erzeugten Schaltergase, welche sich im geschlossenen Ölschalter unter dem Schalterdeckel sammeln, Überdrucke hervorrufen können, ist schon früher 1911 durch Kurzschlußversuche von Mariam festgestellt worden. Aber auch im Ölinnern werden beim Ausschalten starke Druckschwankungen hervorgerufen. Bei Trennung der Schaltkontakte verdampft zunächst die dünne Ölschicht zwischen den Abreißkontakten, und der Lichtbogen entwickelt sich in einer vom Öl befreiten Atmosphäre. Das den Lichtbogen umgebende Öl muß dabei in Bruchteilen von hundertsteln Sekunden bei Seite geschoben werden. Die auf solche Weise auftretenden Beschleunigungsdrucke, Druckstöße und Druckschwankungen sind vom S. E. V. durch Diagramme aufgenommen worden. Beim Ausschalten eines unter Druck stehenden Schalters wurde der Druck bis auf das Doppelte gesteigert (Lichtbild). Bei sehr großen Ausschaltleistungen und entsprechend großen Schalterarbeiten, wie sie namentlich beim Kurzschluß auftreten, kann der Lichtbogen unter Öl nach dem Ölspiegel überschlagen und das entzündbare Schaltergas zur Entzündung bringen. Je nachdem dabei Öldämpfe mitgerissen werden oder nur reine Schaltergase in Frage kommen, liegen die Explosionsgrenzen zwischen $\frac{1}{2}$ % und 40 %, d. h. es genügen z. B. bei mitgerissenen Öldämpfen $\frac{1}{2}$ % Volumenanteile (Schaltergase) des unter dem Deckel befindlichen Luftvolumens, um noch eine Entzündung herbeizuführen. Die Gefährlichkeit der Ölentzündung wird durch einen Gleichstrom-Versuch durchgeführt (Versuch).

Zur Verminderung der Schalterarbeit sind in den letzten Jahren die verschiedensten Mittel angewendet worden. Neben der weitgehenden Unterbrechung des Lichtbogens hat man die Schaltgeschwindigkeit mehr und mehr gesteigert. Da aber bei großen Schaltgeschwindigkeiten die Lichtbogenlänge wieder wächst, wie auch die Versuche des S. E. V. zeigen, hat eine weitere Steigerung über 2 Meter mittlere Schaltgeschwindigkeit nur geringen Vorteil. Man hat ferner Druckschalter gebaut, bei dem das Öl unter 5—6 atm. Druck steht und war dabei von der Ansicht ausgegangen, daß das unter Druck stehende Öl den Lichtbogen um so schneller zum

Erlöschen bringt je höher der Druck ist. Die Versuche des S. E. V. haben diese Annahme nur zum Teil bestätigt. So macht sich bei hohen Drucken eine Vergrößerung der Lichtbogendauer, also auch der Schalterarbeit bemerkbar, so daß daher der Druckölschalter nicht als durchaus betriebssicher hingestellt werden kann.

Um Explosionen zu vermeiden, hat man neutrale Gase verwendet (Kohlensäure, Stickstoff), welche das unter dem Schalterdeckel befindliche Volumen ausfüllen. Dieses Mittel erfüllt zwar seinen Zweck, hat sich aber wegen der komplizierten Anordnung bis heute wenig Eingang verschaffen können. Neuerdings sind unverbrennliche Schalteröle eingeführt worden (Benzinoform). Diese Flüssigkeit isoliert ähnlich wie Öl, ist unverbrennbar, verdunstet aber leicht und greift die Kontakte an. Die Resultate sind zum Teil befriedigend. Durch die Chemie gelingt es vielleicht, noch diese Art Schalteröle brauchbar zu machen. Recht gute Wirkungen sind mit Ölschaltern erzielt worden, bei denen ein Ölstrom gegen den Lichtbogen gespritzt wird (Ölspritzvorrichtungen, Lichtbild), und mit dem von der A. E. G. gebauten Ölschalter mit Löschkammer und Schnellkontakten, bei dem es sogar noch gelang, einpolig 200 000 KVA innerhalb einer Halbperiode auszuscheiden. In dem von den S. S. W. gebauten druckfesten Ölschalter hat man eine Konstruktion, die allen beim Abschalten möglichen Druckerscheinungen standhalten kann (Lichtbild). Große Explosionen der Ölschalter sind verhältnismäßig selten. Als vor 4 Jahren eine Umfrage bei den Elektrizitätswerken gehalten wurde, stellte sich heraus, daß nur 4—5 größere Brände aufgetreten waren. Jetzt, wo die V.D.E. aufgestellten Richtlinien mehr und mehr befolgt werden, sind auch die Befürchtungen, welche man in den letzten 5 Jahren hinsichtlich der Ölschalterbrände hegte, immer geringer geworden. Die wertvollen Untersuchungen des S. E. V. bringen manches neue Licht in die komplizierten Aussaltvorgänge und werden gewiß dazu beitragen, daß in Zukunft die großen Gefahren bei Ölschaltern als ziemlich überwunden bezeichnet werden können.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 11. Juli.

Prof. Stölzle: *Kants Weltbildungshypothese im Lichte moderner Naturwissenschaft*. Nach kurzer Dar-

legung der Grundzüge der Kantschen Hypothese, wie sie in der „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ vorliegt, warf St. einen Blick auf die Schicksale der Hypothese Kants: Sie blieb ihrer Zeit so gut wie unbekannt und wurde erst durch die Hinweise von Arago, A. von Humboldt, W. Struve, Schopenhauer, Helmholtz und Zöllner weiteren Kreisen bekannt. Erst durch den sachkundigen Rückblick des 19. Jahrhunderts wurde sie, mit Gerland zu reden, in die Geschichte der Wissenschaft künstlich eingeschoben. Auch wurde der Unterschied der Hypothese Kants von der Laplaceschen Theorie erkannt, und man spricht heute korrekt nicht mehr von einer Kant-Laplaceschen Weltbildungshypothese, sondern von der Hypothese Kants und der Hypothese von Laplace. Die Urteile, welche die heutige Wissenschaft über die Hypothese Kants fällt, teilte St. in 3 Klassen, die der Lobredner, der Tadler und der Kritiker. Unter den ersteren wurden die anerkennenden Urteile von Zöllner, Helmholtz, Littrow und Newcomb erwähnt, unter den Tadeln führte Sühning mit seinem völlig absprechenden Urteil den Reigen. Die Kritiker haben Anerkennung für Kants Grundgedanken, heben aber zahlreiche mechanische und physikalische Unmöglichkeiten und Irrtümer hervor und schreiben deshalb der Hypothese Kants heute nur noch historisches Interesse zu. Hier kamen besonders Constantin Wolf, G. Eberhard, Faye, Gerland und Ratzel zu Wort. Ein Hinweis auf die philosophische Bedeutung der Kantschen Hypothese schloß den Vortrag.

Gießen-Marburger Physikalisches Kolloquium.

Sitzung vom 15. Juli 1918.

O. Kroh: *Versuche über Farbenkontrast mit Demonstrationen*. Der Vortragende berichtete über die Ergebnisse seiner quantitativen Untersuchung der Berücksichtigung farbiger Beleuchtungen (Transformationserscheinungen) und stellte dieselben in Parallele zu den von Pretori und Sachs und ihm selbst gefundenen Maßgesetzen des farbigen Simultankontrastes. Der dabei festgestellte durchgängige Parallelismus sowie die Einzelresultate führen, da sich eine Erklärung der Transformation durch Kontrast, Simultan- und Daueranpassung als unmöglich erweist, zu einer Revision der bestehenden Theorien der „angenäherten Farbenkonstanz der Sehdinge“ und geben Richtlinien für eine neue Theorie.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie;

Band 33, Heft 4, 1917.

Unsere Bunsensche Lampe; von G. C. van Walsem. Enthält die Beschreibung und die Abbildung einer Lampe, wie sie sich für den Laboratoriumsgebrauch besonders eignet. Hauptsache ist die durch einfache Vorrichtungen geschaffene Möglichkeit einer sofortigen, mit einem Finger auszuführenden Umstellung in eine Sparflamme, in einen Bunsen-Brenner, wobei das Zurrückschlagen absolut aufgehoben ist, und in eine gewöhnliche Bunsensche Lampe.

Die Schärfung der Mikrobommesser; von G. C. van Walsem. Zu diesem schon vielfach erörterten Kapitel liefert der Verf. Beiträge, welche bezwecken, die Schärfung der Mikrobommesser in bequemer und sicherer Weise vom Mikroskopiker selber besorgen zu lassen. Um eine gute und sichere Wirkung des Riemens zu erreichen, hat er die Erfahrungen, welche mit dem automatischen Abziehen der Klingen der Sicherheitsrasierapparate gemacht worden sind, verwertet. Bei der Anwendung des Schleifsteins glaubt er einen nicht unwichtigen Schritt vorwärts dadurch getan zu haben, daß er das Messer feststehend, den Stein jedoch beweglich machte. Einfache Mittel zur Erreichung des vorliegenden Zwecks werden beschrieben und abgebildet.

„Weiß auf Schwarz“ bei der Ausführung mikrosko-

pischer Zeichnungen; von G. C. van Walsem. Jeder optischen Zeichenmethode ist der Streit zwischen der Helligkeit des Gesichtsfeldes und des Zeichenfeldes inhärent. Dieser Streit kann umgangen werden, wenn man das Zeichenfeld schwarz macht, und darauf mit weißer Tinte die Zeichnung anfertigt. Dem Aufsatz ist eine in der angegebenen Weise ausgeführte Zeichnung der Kernstrukturen aus einem der menschlichen Großhirnrinde entstammenden Präparat beigelegt.

Eine Methode, große Paraffinschnitte vom Großhirn faltenlos aufzukleben; von Margarete Woelcke, I. Präparatorin am Neurobiologischen Institut der Universität Berlin. Die hauptsächlichsten zwei Aufklebmethoden habe ich in eigener Weise kombiniert. Die Schnitte werden in einer Schüssel bei 35—40° C auf Aqua dest. gelegt und auf mit Eiweißglyzerin beschickte Objektträger gebracht, sodann auf dem Apophyschen Trockenapparat bei 30—35° C mit angefeuchtetem Pinsel durch Wegstreichen der sich bildenden Falten und des unter dem Schnitte befindlichen Wassers völlig geglättet. Auf diese Weise wurden Schnitte durch die ganze Hemisphäre des menschlichen Großhirns angefertigt.

Band 34, Heft 1, 1917.

Über Stückfärbung mit Bielschowskys Silberimprägnationsmethode. — Einige Modifikationen; von

Erik Agduhr. Krustenbildung, Bindegewebsfärbung und Auslösungen der Silbersalze bei Einbettungsprozeduren kann man vermeiden und eine homogene Imprägnation in Gewebestücken (mit bedeutend über 1 cm kleinste Dimension) erhalten durch: eine geeignete intensive Wässerung des Materials, durch gründliches Auswaschen der freien reduzierenden Stoffe, eine genügend intensive essigsäure Behandlung und durch Zusatz einer genügenden NaOH-Menge zu der ammoniakalischen Silberlösung. — Die Eindringungsfähigkeit der Silbersalze in schwerpermeable Gewebe kann durch Behandlung der Blöcke mit 33 % Alkohol, schwach alkalischem Wasser oder Pyridin bedeutend gesteigert werden.

Band 34, Heft 2, 1918.

Zur Kerndifferenzierung, mit besonderer Berücksichtigung von Bluttrockenpräparaten; von G. C. van Walsem. Die Kerndifferenzierung an Bluttrockenpräparaten steht mehr oder weniger auf dem Hintergrund. Verfasser ist bestrebt gewesen, diesem Übelstand abzuhelfen. Er beschreibt ein Verfahren, wodurch es in einfacher Weise ermöglicht wird, eine weit bessere Differenzierung zu erreichen. Auch auf Schnitte ist die Methode anwendbar. Auf einer Tafel werden die Ergebnisse an den verschiedenen Leukozytentypen des normalen menschlichen Blutes vorgeführt.

„Symptose“ und „Paraptose“ bei der Ausführung mikroskopischer Zeichnungen; von G. C. van Walsem. Hierzu eine Textabbildung. Wo es sich bei der Ausführung mikroskopischer Zeichnungen nicht um die Wiedergabe von Umrissen, sondern um die Abbildung feinerer Besonderheiten handelt, betrachtet der Verfasser die Bedeckung von Bild und Zeichnung („Symptose“) als einen Grundfehler. Es soll viel eher angestrebt werden, daß sie nebeneinander fallen („Paraptose“). Es wird ein Verfahren beschrieben, wobei unter Beachtung obiger Forderung es leicht möglich ist, Bilder anzufertigen in einer Größe, daß diese in der Richtung von rechts nach links ungefähr 10 cm beträgt, während in der Richtung von vorne nach hinten dieselbe ganz nach Willkür gewählt werden kann.

Über Einschlußmittel mit höherem Brechungs-exponent, besonders über den Tolubalsam; von G. C. van Walsem. Verfasser weist auf die Bedeutung hin, welche für mikroskopische Arbeiten im allgemeinen Einschlußmitteln mit höherem Brechungs-exponent zukommt. Praktisch kommt dabei vorläufig allein der Tolubalsam in Betracht. Dieser ist mit Unrecht fast ausschließlich für Diatomaceen-Dauerpräparate reserviert worden.

Mikrotechnische Mitteilungen II: Über einen einfachen Kegelkondensor zur Dunkelfeldbeleuchtung eines großen Sehfeldes; von Hans Schneider. Es wird vorgeschlagen, zur Erzeugung eines großen Dunkelfeldes einen Kondensor zu verwenden, der aus aufeinandergesetzten Kegelstumpfen besteht, deren Mantelflächen das einfallende Licht unter dem Winkel der totalen Reflexion gegen die obere Fläche des Kondensors werfen. Der Kondensor soll zur Beobachtung und Lichtbildherstellung bei schwachen Vergrößerungen dienen.

Trockenkonservierung kleiner Objekte; von H. Sikora. Das von Schimmel (Miltitz) hergestellte wasserfreie Terpeneol, eine farblose, cyclamenartig duftende, sich sehr langsam verflüchtigende Flüssigkeit, hat sich als Trockenkonservierungsmittel zur Durchtränkung harter, zum Schrumpfen neigender Objekte (Mückenlarven, Spinnen, Mücken, behaarte Raupen, Urinsekten usw.) vor dem Trocknen, sehr gut bewährt. Die Objekte müssen gründlich entwässert und aus Alk. abs. sehr vorsichtig und langsam durch mehrere Zwischenstufen in reines, zur Entfernung der letzten Alkoholsuren mehrmals gewechseltes Terpeneol überführt werden; Übereilung rächt sich durch fürchterliche Schrumpfung. Bei sorgsamer Ausführung behal-

ten jedoch auch die allerzartesten Gebilde, wie die Tracheenkiemen von Mückenlarven, beim Trocknen ihre natürliche Form.

Band 34, Heft 3, 1918.

Über das Auftreten von Gas in mikroskopischen Präparaten; von P. Mayer. Verfasser bringt Angaben über das Auftreten von Gas in Objekten mit schwer durchlässiger Hülle, wie Tieren mit Chitinpanzer, Stärkekörnern, Korkzellen, hohlen Kieselnadeln: beim Übertragen eines solchen Objektes aus dem leicht flüchtigen Benzol in eine dickliche Harzlösung dringt diese nicht so rasch in die Hohlräume des Objektes, wie jenes durch die Hülle herausdiffundiert, und infolge davon bleibt in den Räumen nur noch Benzolgas zurück, macht also die betreffenden Stellen für durchfallendes Licht undurchsichtig. Verfasser hat diesen Vorgang besonders genau an Ameisen beobachtet.

Eine neue Färbung für basische Eiweiße, die Wasserblau-Eosin-Phloxin-Färbung; von B. Krugenberg und E. Th. Tielemann. Die Verf. empfehlen zur Färbung der basischen Eiweiße des Gewebes, das letztere nur mit Alkohol zu fixieren und mit einem Gemisch von Wasserblau, Eosin und Phloxin zu färben. Färbungsdauer 5—10 Minuten. Die Mischung ist bei Hollborn vorrätig unter dem Namen Wep.

Über Balsamflaschen; von G. C. van Walsem. Der Verfasser hebt den Umstand hervor, daß bei allen im Handel befindlichen Balsamflaschen eine Eindickung durch Verdampfung der Verdünnungsmittel stattfindet. Namentlich beim Gebrauch des Chloroformtolubalsams ist dies sehr störend. Dieser Störung wird vorgebeugt bei Anwendung einer Vorrichtung, bei welcher an der Außenseite der Flasche oben ein Ring angeheftet ist, in dem sich eine dünne Schicht Glycerin befindet. Den Deckel und das damit verbundene Glasstäbchen kann man aus der Balsamflasche nehmen, ohne daß diese mit der anderen Hand fixiert zu werden braucht.

Zeitschrift für Instrumentenkunde:

Heft 4 und 5, April/Mai 1917.

Zur Entwicklung des holländischen Fernrohrs; von M. von Rohr. Das Einzelinstrument dieser Art, in Deutschland unter dem Namen Perspektiv bekannt, wird gleich zu Anfang auch in geringer Länge hergestellt, 1646 so von A. Kircher empfohlen und in dieser Richtung während des 18. Jahrhunderts als Hilfsmittel für Schwachsichtige ausgebildet, in Frankreich in äußerst kunstvoller, verschwenderischer Ausführung. Die Verbindung zweier solcher Rohre zu einem Doppelinstrument ist ebenso alt wie das Auftreten des Einzelperspektivs, gewinnt aber für den Handel erst spät Bedeutung. In Frankreich und England treten mindestens im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts für Kurzsichtige solche schwach vergrößernden Doppelsysteme in Brillenfassungen auf, und wahrscheinlich aus einem ähnlichen Gedankengang verbindet 1823 Fr. Voigtländer zwei achromatische Perspektive zu einem Doppelrohr und schafft damit den Ausgangspunkt für die moderne Massenherstellung doppelter Theatergläser.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916.

Heft 6, Juni 1917.

Die Verwendung von Gittern zur Lichtschwächung; von Hugo Krüß. Nach Anführung der in der praktischen Photometrie zur Verfügung stehenden lichtschwächenden Mittel hebt Verf. die Vorzüge der Gitter hervor, welche wesentlich darin bestehen, daß keine Änderung des Farbentons erfolgt, und die stattfindende Lichtschwächung ohne weiteres abzulesen ist. Die Theorie solcher Gitterlichtschwächer wird erläutert und ihre Anbringung an verschiedene der Lichtmessung dienende Apparate beschrieben.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916.

Heft 7, Juli 1917.

Mikroskop-Fühlhebel für Schrauben-Meßmaschinen; von F. Göpel. Der Verf. hat die Membran-Meßdose an der Reinecker-Meßmaschine durch einen einfachen Fühlhebel ersetzt, dessen Nullage mittelst Mikroskop eingestellt wird.

Über die Empfindlichkeit zusammengesetzter Wagen mit Berücksichtigung der Durchbiegung der Hebel; von J. Zingler. Die Arbeit bildet eine Ergänzung zu der in Bd. 36 S. 29 und 53, 1916, veröffentlichten Abhandlung. Die allgemeinen Empfindlichkeitsgleichungen, die dort aus den für starre Hebel geltenden Gleichungen der ersten Form abgeleitet sind, werden hier auf die zweite Form zurückgeführt. Zugleich haben die Formeln insofern eine Verallgemeinerung erfahren, als nicht nur die durch die Biegung der Hebel hervorgerufene Senkung der Lasten, sondern auch die Senkung des Schwerpunktes der Hebel selbst, die dort vernachlässigt war, mit berücksichtigt worden ist.

Das mehrfache Braunsche Elektrometer; von E. Beckefy. Es wird eine neue Form des Braunschen Elektrometers gegeben, damit seine Fehler —, die Illinearität der Skalenteile, vermieden wird. Statt einem beweglichen Teil werden zwei oder mehrere gebraucht, womit der Abstand zwischen dem fixen Teil und Zeigernadel geteilt wird, was wegen der quadratischen Form des Coulombschen Gesetzes — $K = \frac{C_1 C_2}{x^2}$ — vorteilhaft ist. Der ablesbare Abstand wird um so mehr kleiner als der effektive Abstand, je mehr Nadeln gebraucht werden. Durch Benützung mehrerer arretierbarer Nadeln haben wir ein Elektrometer mit bedeutender Genauigkeit und großen Meßbereichen.

Heft 8, August 1917.

Schieber zum Ausmessen von Erdbebendiagrammen; von C. W. Lutz. Das Instrument dient zum Ausmessen von Erdbebendiagrammen und anderen Registrierkurven, bei denen die Zeitmarken in der Kurve selbst liegen oder nachträglich in sie übertragen werden. Es kann damit die jedem Kurvenpunkte zugeordnete Zeit unmittelbar in sec abgelesen werden. Außerdem lassen sich auch die Perioden von Einzelwellen in sec und die Amplituden in mm ausmessen.

Einige Regeln für den Gebrauch der empirischen Dispersionsformel und ihre Anwendung auf die Brechungsexponenten des Quarzes; von J. Hartmann. Zur Erleichterung der Anwendung der vom Verfasser im Jahre 1898 veröffentlichten Dispersionsformel teilt derselbe verschiedene Regeln und Hilfsformeln mit. Als Beispiel wird die Dispersion des Quarzes behandelt. Es zeigt sich, daß die Hartmannsche Formel den Brechungsexponenten auf der ganzen über 6000 ÅE langen Strecke von λ 1854 bis λ 7948 auf etwa vier Dezimalstellen richtig wiederzugeben vermag. Halbiert man diese Strecke, so steigt die Genauigkeit der Darstellung auf fünf bis sechs Dezimalstellen.

Heft 9, September 1917.

Ein neues Totalimmersionsaräometer mit Kettenbelastung; von Anders Angström und Hans Pettersson. An dem Schwimmkörper des Aräometers ist eine feine Metallkette von ungefähr 40 cm Länge befestigt, die teilweise vom Schwimmkörper getragen wird und teilweise auf dem Gefäßboden ruht. Die Höhenlage des Schwimmkörpers über dem Boden gibt ein Mittel, um das spezifische Gewicht der Flüssigkeit zu bestimmen. Die Empfindlichkeit des Aräometers ist im vorteilhaftesten Falle ungefähr $2 \cdot 10^{-5}$. Es wird für sowohl technische als wissenschaftliche Zwecke verfertigt und wird von der schwedischen hydrographisch-biologischen Kommission für Salzgehaltbestimmungen benutzt.

Ein Nachtrag; von Dr. Arthur Kerber. Erklärung des Begriffes der Blendendifferenz und Briefwechsel mit Dr. Servus in Charlottenburg über diesen Gegenstand;

Darstellung des Fehlers durch Kurven nach dem Vorschlage des Verfassers.

Über Doppelbildfernmesser (Inverttelemeter); von H. Löschner. Der Aufsatz gliedert sich in 3 Hauptabschnitte. Im ersten wird die Beschreibung und Geschichte der Inverttelemeter, für welche die neue deutsche Bezeichnung: „Doppelbildfernmesser“ vorgeschlagen wird, in knappen Worten skizziert. Im zweiten Abschnitte wird über Verwendung und Leistungsfähigkeit auf Grund persönlicher Erfahrungen, soweit als gegenwärtig zulässig, berichtet. Im dritten Abschnitte endlich werden die Neuerungen an Goerzschen Doppelbildfernmessern vorgeführt und besprochen, wobei vom Verfasser die Rektifikation derartiger Fernmesser mittels Mond oder Sonne besonders empfohlen wird.

Heft 10, Oktober 1917.

Der „Hygrostat“ und seine sachgemäße Handhabung; von Dr. Richard Kempf. Einen abgeschlossenen Luftraum, in welchem durch irgendwelche Hilfsmittel dauernd eine konstante relative Luftfeuchtigkeit aufrecht erhalten wird, in welchem also beständig ein konstantes Verhältnis der Wasserdampfspannung zu der Maximaltension reinen Wassers herrscht, bezeichnet man zweckmäßig als „Hygrostat“. Wie man sich eine derartige Vorrichtung, die namentlich auf dem Gebiete der technischen Materialprüfung und -bewertung eine große praktische Bedeutung hat, mit den einfachsten Laboratoriumsmitteln herstellt, wird angegeben. Ferner werden die praktischen Regeln, die beim Gebrauch eines Hygrostaten zu beobachten sind, wenn anders einwandfreie Ergebnisse zustandekommen sollen, vom Verfasser auf Grund eigener Erfahrung eingehend auseinandergesetzt.

Heft 12, Dezember 1917.

Beschreibung einer Differenzmaschine (Vorrichtung zur mechanischen Differenzierung von Kurven); von K. Hürthle. Die zu differenzierende Kurve I wird durch ein Uhrwerk unter einem Mikroskop weggezogen, in dessen Okular sich ein Fadenkreuz befindet, dessen einer Schenkel jeweils vom Beobachter als Tangente an die Kurve I gelegt wird. Zu diesem Zweck muß vom Beobachter noch eine Verschiebung der Kurve I senkrecht zur Fortbewegungsrichtung vorgenommen werden. Die Drehungen des Fadenkreuzes werden fortlaufend auf eine gleichfalls vom Uhrwerk bewegte Schreibplatte aufgezeichnet und liefern die differenzierte Kurve II.

Heft 1, Januar 1918.

Ein Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abstimmung für niedrige Frequenzen; von H. Schering und R. Schmidt. Das Instrument ist ein Nadelgalvanometer für Wechselstrom. Ein Gleichstrom-Magnet magnetisiert die Nadel stark, gibt ihr aber nur geringe Richtkraft. Die Abstimmung der Nadel auf Resonanz mit dem Wechselstrom geschieht durch Einstellung der Magneterregung vom Platz des Beobachters aus. Der eine Nadeleinsatz ist für 8–76, der andere für 30–160 per/s. abstimmbare. Bei einem Widerstand von 76 Ohm und 0,23 G. Induktivität ist die Spaltbildverbreiterung für 1 Mikroampere Wechselstrom 25 bis 3 mm, abnehmend mit der Frequenzzunahme.

Die Hartmannsche Dispersionsformel und die Dispersion des Quarzes II; von Hugo Krüß. Es werden nach den neuerdings von Prof. Dr. J. Hartmann gegebenen Rechenvorschriften für seine Dispersionsformel die Brechungsexponenten des Quarzes für λ 180–800 gegeben und im Vergleich dazu die nach der Formel von Rubens errechneten Werte gestellt. Die Übereinstimmung zwischen beiden ist zufriedenstellend.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 44.

1. November 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber ein Schutz- und Heilserum gegen die Weilsche Krankheit (ansteckende Gelbsucht). Von *Geh.-Rat Prof. Dr. Uhlenhuth, Straßburg*. S. 633.

Die nichteuklidischen Geometrien und das Raumproblem. Von *Dr. Hilda Geiringer, z. Zt. Berlin*. S. 635.

Neuere Fortschritte in der Theorie der Lumineszenzerscheinungen. Von *H. Schmidt, Leipzig*. S. 641.

Besprechungen:

Klassiker der Naturwissenschaft und der Tech-

nik. Kepler, Johann, Die Zusammenklänge der Welten. Von *Hans Kientle, München*. S. 645.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements. Von *Fritz Paneth, Wien*. S. 646.

Chemische Mitteilungen:

Elektrolyseure zur Herstellung von unterchlorigsaurem Natrium für Wasserwerke, Abwasser- und Desinfektionsbetriebe. Ueber die Synthese von Zyaniden im elektrischen Druckofen. Korkersatz aus Azetylen. S. 647—648.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Chemie und chemische Technologie radioaktiver Stoffe

Von

Dr. Ferdinand Henrich

Professor an der Universität Erlangen

Mit 57 Textabbildungen und 1 Übersicht

Preis M. 15.—; gebunden M. 17.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Arzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

1. November 1918.

Heft 44.

Über ein Schutz- und Heilserum gegen die Weilsche Krankheit (ansteckende Gelbsucht).

Von Geh.-Rat Prof. Dr. Uhlenhuth,

o. ö. Professor an der Universität Straßburg, Direktor des Instituts für Hygiene und Bakteriologie.

Die Weilsche Krankheit oder ansteckende Gelbsucht ist eine *Kriegsseuche*, die an der Westfront in den Sommermonaten der letzten Jahre gehäuft aufgetreten ist. Im Frieden kam sie verhältnismäßig selten vor, und ist hier vorzugsweise auch beim Militär beobachtet worden.

Das *klinische Bild* der Weilschen Krankheit ist durch *Gelbsucht, Milzschwellung und starken Eiweißgehalt des Urins* charakterisiert. Die Erkrankung beginnt plötzlich mit *hohem Fieber, schwerem allgemeinen Krankheitsgefühl* und heftigen *nervösen und gastrischen* Erscheinungen; sehr charakteristisch sind insbesondere die sich schon sehr frühzeitig einstellenden heftigen *Muskelschmerzen*, besonders in den Waden. Mit dem Auftreten der Gelbsucht beobachtet man häufig Schwellungen und Schmerzhaftigkeit der Leber, sowie auch Neigung zu Haut- und Nasenblutungen. Der Verlauf der Krankheit ist meist ein gutartiger; doch werden häufig auch schwere Fälle beobachtet, so daß die Sterblichkeit vielfach 10—15 % beträgt. Häufig kommt es nach dem ersten Abfall des Fiebers und nach einem etwa einwöchentlichen fieberfreien Intervall zu einem zweiten Temperaturanstieg von kurzer Dauer.

In meiner Eigenschaft als beratender Hygieniker einer Armee hatte ich Gelegenheit, in Gemeinschaft mit Stabsarzt Prof. Fromme die Ursache und das Wesen dieser bis dahin dunklen Krankheit aufzuklären. Nachdem es gelungen war, durch Einspritzung von Blut kranker Menschen die Krankheit auf *Meerschweinchen* zu übertragen, entdeckten wir den Erreger dieser Krankheit.

Dieser Mikroorganismus — die *Spirochaeta icterogenes* — ist ein zu den Protozoen gehöriger Parasit, der im Blut und in den Organen weilskranker Menschen und Tiere vorkommt. Wendet man besondere Färbungsmethoden an und betrachtet die gefärbten Ausstriche z. B. einer Meerschweinchenleber, wo er besonders reichlich sich findet, bei 1000facher Vergrößerung unter dem Mikroskop, so sieht man die Spirochäten als einen sehr zarten Faden von kleiderbügelartiger Gestalt mit feinen Windungen und Schlingelungen. Lebend untersucht — bei Dunkelfeldbeleuchtung — zeigt er schlängelnde, wurmartige z. T. rotierende Bewegungen. Seine Züchtung ist uns auch außerhalb des Tierkörpers in verdünntem Kaninchenserum unter Luftabschluß gelungen.

Die Krankheit ist nicht direkt von Mensch zu

Mensch ansteckend wie etwa Masern oder Typhus. Nach neueren Untersuchungen der Japaner und unseren eigenen Beobachtungen wird die Krankheit wahrscheinlich durch die auch in unseren Schützengräben so zahlreichen vorkommenden *Ratten* verbreitet, die latent erkranken und den Erreger durch den Urin ausscheiden. Jedenfalls konnten von uns in Stellungen an der Front, wo Weilsfälle beim Menschen vorkamen, infizierte Ratten gefangen werden (*Fromme*). Auch *Insekten* (Mücken, Fliegen) spielen bei der Übertragung vielleicht eine Rolle.

Wenn spirochätenhaltiges Blut oder der Urin eines kranken Menschen oder Tieres, der auch vielfach reichliche Mengen von Spirochäten enthält, auf die rissige Haut eines gesunden Menschen gelangen, wie das bei den Versuchen im Laboratorium leicht vorkommen kann, können auch direkte Infektionen zustande kommen. Unter Umständen durchdringen sie sogar auch die unverletzte Haut und Schleimhaut. Auf alle diese interessanten Verhältnisse kann ich an dieser Stelle nicht näher eingehen¹⁾.

Die weiteren Forschungen, die im Anschluß an unsere Arbeiten im Felde in dem mir unterstellten Hygienischen Institut zu Straßburg fortgesetzt wurden, erstreckten sich nun auf die *Aufindung eines wirksamen Schutz- und Heilmittels*, um die Seuche bei unseren Truppen im Felde wirksam bekämpfen zu können. Diese Arbeiten gehen aus von der interessanten Beobachtung, daß Menschen, welche die Krankheit überstanden haben, in ihrem Blutserum Stoffe aufweisen, welche imstande sind, den Erreger abzutöten.

Diese Stoffe, die im Blutserum gesunder Menschen nicht vorkommen, entwickeln sich, wie man durch besondere Versuche feststellen kann, während der Krankheit. Die Rekonvaleszenten von Weilscher Krankheit erfreuen sich daher einer ausgesprochenen Immunität. Vermischt man das Blutserum von Rekonvaleszenten mit dem spirochätenhaltigen Blut eines an der Krankheit gestorbenen Meerschweinchens oder einer Spirochäten-Reinkultur und spritzt diese Mischung, die man kurze Zeit stehen läßt, einem Meerschweinchen ein, so bleibt das Tier völlig gesund, während die Meerschweinchen erkranken und sterben, wenn man in gleicher Weise das Blutserum gesunder Menschen mit dem spirochätenhaltigen

¹⁾ Siehe Zeitschrift für Immunitätsforschung Bd. 25, Heft 4—6. Med. Klinik 1915, Nr. 44, 46, 47, 50. Berl. Klin. Wochenschr. 1916, Nr. 11. Deutsche med. Wochenschr. 1917, Nr. 50.

Material vermischt und dann den Tieren einspritzt. Es genügen schon geringe Mengen 0,1 bis 0,01 ccm Rekonvaleszentenserum, um die zahlreichen in 1 ccm Blut vorhandenen Spirochäten unwirksam zu machen und die Tiere vor der Infektion zu schützen. Diese Schutzstoffe halten sich sehr lange im Blut nach Überstehen der Krankheit; sie konnten in einem Falle noch nach 22½ Jahren nachgewiesen werden.

Auch Meerschweinchen und Kaninchen, die die Krankheit überstanden haben und wieder gesund geworden sind, besitzen einen hohen Grad von Immunität. Interessant ist die Tatsache, daß Meerschweinchen diese Immunität auf ihre Nachkommen zu vererben imstande sind, wie wir durch größere Versuchsreihen festgestellt haben. Drei von einem Meerschweinchenpaar abstammende Würfe erwiesen sich, als sie im Alter von 6—8 Wochen mit virushaltigem Material geimpft wurden, als immun, während gleichaltrige Kontrolltiere erkrankten und an Weilscher Krankheit eingingen. Die weiter von dem ersten Wurf abstammenden Jungen zeigten keine Immunität mehr. Es scheint also die Immunität auf die zweite Generation bzw. die Enkel nicht überzugehen.

Die Schutzstoffe im Serum von Rekonvaleszenten und von Menschen, die vor längerer Zeit die Weilsche Krankheit durchgemacht haben, zeigten nach unseren Versuchen auch eine ausgesprochene heilende Wirkung. Durch Einspritzung von 1—2 ccm Rekonvaleszentenserum konnten Meerschweinchen zwei bis drei Tage nach der Infektion mit virulentem Leberbrei noch gerettet werden. Tiere, die schon gelb waren (vierter bis fünfter Tag), konnten zwar nicht mehr vor dem Tode bewahrt werden, jedoch verschwanden die Spirochäten nach der Einspritzung des Serums aus den Organen. Werden umgekehrt Meerschweinchen mit 2 ccm Rekonvaleszentenserum gespritzt, so schützt diese Menge in der Regel gegen eine sechs bis sieben Tage später erfolgende Infektion.

Nach diesen Erfolgen lag es nahe, das Rekonvaleszentenserum auch bei der Behandlung kranker Menschen zu verwenden. Dies ist in umfangreicher Weise geschehen. Das Serum wurde durch Berkefeldfilter filtriert und mit 0,5prozentigem Karbol versetzt. Die Erfolge waren bei frühzeitiger Anwendung recht beachtenswert. Auch ist von anderer Seite über günstige Erfolge bei der Anwendung von Rekonvaleszentenserum berichtet worden (Herbach, Heidenheim, Sick, Mann u. a.).

Die Behandlung mit Rekonvaleszentenserum kann aber nur als Nothelf angesehen werden, da die Beschaffung solchen Serums aus äußeren Gründen auf Schwierigkeiten stößt. Auch muß man annehmen, daß die Schutzstoffe bei Menschen, die die Krankheit überstanden haben, zur Zeit der Entnahme des Serums noch nicht optimal entwickelt sind.

Wir sind daher bestrebt gewesen, Serum von Tieren zu gewinnen. Wie wir in unseren früheren

Arbeiten mitgeteilt hatten, haben die in unserem Feldlaboratorium ausgeführten Versuche, hochwertige, für die Praxis brauchbare Sera von größeren Tieren (Pferden, Eseln) zu gewinnen, nicht zum Ziel geführt. Vom Kaninchen hatten wir dagegen schon damals ein wirksames Serum, vom Hammel nur schwach wirksames Serum erhalten. Nach Überwindung gewisser technischer Schwierigkeiten gelingt es nunmehr, ein für die Praxis brauchbares Immunserum zu erzielen.

Zur Gewinnung hochwertiger Sera haben wir die an Weilscher Krankheit schwer erkrankten Meerschweinchen getötet und nach der Abhäutung und Entfernung des Magendarmtrakts in der Fleischhackmaschine unter sterilen Kautelen in toto zu einem Organbrei zerkleinert und eine Blut-Organaufschwemmung hergestellt. Der Organbrei eines ganzen Meerschweinchens wurde mit einem Liter steriler physiologischer NaCl-Lösung versetzt. Nachdem es uns gelungen war, größere Mengen Kulturflüssigkeit zu gewinnen, haben wir auch diese mit Vorteil zur Immunisierung herangezogen. Nach den bisherigen Beobachtungen scheint es jedoch so, als ob sich mit dem hochvirulenten Blut-Organmaterial von kurz vor dem Verenden getöteten Meerschweinchen die Tiere wirksamer immunisieren ließen als mit dem in seiner Virulenz immerhin variablen Kulturmaterial.

Das Serum wurde von Hammeln und Pferden gewonnen. Die Pferde und Hammel wurden nach verschiedenen Methoden behandelt, einmal durch langsame, über längere Zeit (zwei Jahre) sich hinziehende Einspritzungen von verhältnismäßig kleinen Dosen Organsaft (bis zu 50—100 ccm) oder durch steigende größere Dosen (100, 300, 500, 750, 1000 ccm) Organ- und Kulturmaterial in einem Zeitraum von acht Monaten. — Die gewonnenen Sera zeigten einen Titer von 1:100. Das ist schon ein sehr gutes Resultat, wenn man bedenkt, daß 0,01 ccm Immunserum gegen 1,0 Virusblut schützt, von dem 1,0 ccm einer Verdünnung von etwa 1:20 000 die Kontrolltiere krank macht und tötet. Nach den bisherigen Versuchen hat es den Anschein, als ob sich höhere Werte bei diesen Tieren nur schwer erzielen lassen.

Bei Kaninchen gelingt es leicht, noch höhere Werte zu erreichen. Wenn man Kaninchen durch eine einmalige Einspritzung von größeren Dosen (50 ccm spirochätenhaltiger Leberbrei) krank macht — sie bekommen darauf typischen Ikterus —, so haben sie nach Überstehen der Infektion häufig schon Schutzwerte von 1:200 in ihrem Serum. Man kann sich also sehr schnell durch Vorbehandlung einer Anzahl Kaninchen ein wirksames Serum herstellen, was für die Feldpraxis unter Umständen von Bedeutung ist. Durch weitere Injektionen läßt sich das Serum noch höher treiben (1:500 usw.).

Mit Rücksicht auf die in der Armee besonders in der Sommerzeit auftretenden gehäuften Er-

krankungen an Weilscher Krankheit mit ihrem oft bösartigen Verlauf und ihrer ziemlich erheblichen Mortalität, dürfte es sich empfehlen, von der Anwendung des spezifischen Serums umfangreichen Gebrauch zu machen, zumal wir ja sonst der doch immerhin nicht gutartigen Erkrankung therapeutisch machtlos gegenüberstehen. Die sehr günstigen Resultate im Tierversuch und die mit dem Rekoneszentenserum gemachten Erfahrungen zwingen geradezu dazu, das Serum beim Menschen zu versuchen. Notwendig ist eine *möglichst frühzeitige Anwendung* ganz im Beginn der Erkrankung, wenn möglich, noch bevor der Ikterus sich ausgebildet hat, und die *Einspritzung nicht zu kleiner Dosen* (50 ccm und mehr) intramuskulär (resp. intravenös).

Dann steht zu erwarten, daß das Serum den schweren Krankheitsverlauf günstig beeinflussen wird.

Prophylaktisch angewandt, würde das Serum einen hervorragenden Schutz gewähren, doch liegt bei dem immerhin nur zerstreuten Auftreten der Weilschen Krankheit eine strenge Indikation zur prophylaktischen Anwendung wohl kaum vor. Jedoch wäre bei gehäuftem Auftreten der Krankheit im Hinblick auf die Ausbreitung des Virus durch *Ratten* und eine eventuelle Übertragung durch *Insekten* in gewissen stark verseuchten Gegenden auch daran zu denken. Jedenfalls würde seine Anwendung bei den leider schon mehrfach beobachteten Laboratoriumsinfektionen — unmittelbar nach der Infektion — zweifellos indiziert und von großem Nutzen sein.

Das Serum gegen die Weilsche Krankheit¹⁾ wird von dem Pharmazeutischen Institut L. W. Gans, Oberseß, in den Handel gebracht.

Die nichteuklidischen Geometrien und das Raumproblem.

Von Dr. Hilda Geiringer, z. Zt. Berlin.

I.

Das Raumproblem.

„Die Raumausschauung des Menschen wurzelt in dessen *physiologischer* Konstitution. Die geometrischen Begriffe entwickeln sich durch Idealisierung *physikalischer* Raumerfahrungen. Das geometrische System endlich wird durch die *logische* Ordnung des gewonnenen begrifflichen Stoffes geschaffen.“²⁾

Mit diesen Worten ist die Raumlehre in die Naturwissenschaften eingereiht. Denn das charakteristische einer Naturwissenschaft, einer Wissenschaft von der Außenwelt, kann nur darin bestehen, daß sie uns die Tatsachen von der Außenwelt bietet, angesehen und angeordnet durch den Spiegel unserer sinnlichen und geistigen Wesens. Der spezifische Charakter des geometrischen Lehrgebäudes, die Ableitung aller Sätze auf deduktivem Wege aus wenigen an die Spitze gestell-

ten Axiomen, ist eine freie Schöpfung unseres Geistes und entspringt aus dem erkenntnistheoretischen Wunsche, das Gebiet von „Naturwissenschaft“ und „Philosophie“ möglichst zu scheiden, d. h. einerseits (vom Standpunkt der Philosophie) aus unserem Lehrgebäude auszuschneiden, was den Einwirkungen der Körperwelt angehört, um rein darzustellen, was der eigenen Tätigkeit des Geistes zu verdanken ist, anderseits (vom Standpunkt der Naturwissenschaft) alles auszuschneiden, „was Definition, Schluß — kurz: Logik ist, um möglichst rein übrig zu behalten, was der Welt der Wirklichkeit angehört“. In keiner Wissenschaft nun läßt sich diese Scheidung so weitgehend durchführen wie in der Geometrie. Es wäre prinzipiell bei jeder Wissenschaft — auch bei solchen, die wie Soziologie (Nationalökonomie) diesem Verfahren scheinbar so fernstehen — möglich, ein gewisses System von Grundtatsachen durch gehörige Idealisierung aus der Erfahrung abzuleiten und aus diesem System logische Schlüsse zu ziehen. Es fragt sich aber, ob das irgend einen Sinn hätte. (In Wirklichkeit hängt in jeder Wissenschaft jede Tatsache von unendlich vielen anderen veränderlichen Größen ab, es fragt sich aber, einen wie großen Fehler wir bei der Vernachlässigung so und so vieler dieser „Variablen“ machen; und wir können es uns so denken, daß wir in der Geometrie zum Beispiel ohne viel Fehler mit ganz wenigen Variablen arbeiten können, während uns etwa in der Nationalökonomie oder Biologie sehr viele praktisch „unendlich viele“ Variablen verwirrend entgegentreten, so daß sich die dort bewährte Behandlungsmethode hier nicht von vornherein mit Vorteil übertragen wird.)

Immer müssen wir das rohe Material begrifflich idealisieren, d. h. willkürliche Abstraktionen machen, denn sonst können wir damit nichts anfangen. Es könnte uns aber passieren, daß wir diese Idealisierung unglücklich vornehmen, daß wir Unwesentliches hervorheben und Wesentliches vernachlässigen, so daß wir, wenn wir nun rein logische Schlüsse an unsere Prämissen knüpfen, uns, wenn wir nach einigen Schritten die erneute Kontrolle an der Wirklichkeit suchen, von dieser ein gutes Stück weiter entfernt haben als am Ausgangspunkt. Ich denke da an ganz bestimmte soziologische Systeme, die, in den Voraussetzungen unanfechtbar (d. h. ihre Abstraktionen zeigen keine größere Willkür als zugestanden werden muß), sich durch lauter streng logische Deduktionen doch plötzlich meilenweit von der Wirklichkeit entfernt haben, und zum Schlusse steht der so erreichte Punkt der Wirklichkeit nicht nur so fern wie es im Wesen einer *idealisierten* wissenschaftlichen Tatsache liegt, sondern so fern wie dies nur bei einer sehr *unglücklichen* Idealisierung hätte geschehen können. Die Ausgangstat-
sache mußte gar nicht „falsch“ sein, sie war nur zu wenig unbedingt zwingend und glücklich idealisiert, als daß sie eine ganze Last von logischen Deduktionen hätte ertragen können; für sich allein

¹⁾ Deutsche m. Wochenschr. 1918, Nr. 26.

²⁾ Mach „Erkenntnis und Irrtum“.

mochte sie ihren Platz immerhin ausfüllen, nur durfte man von ihr nicht allzuviel verlangen, durfte nicht im Laufe der Deduktionen all ihre verborgenen Fehler ans Licht zerren, sorgfältig verfolgen, und auf ihnen weiter bauen, sonst mußte mit einem Male ein Unding resultieren. In einem solchen Falle muß dann die „Korrektur an der Wirklichkeit“ in ungemein hohem Maße eingreifen.

In der Geometrie befinden wir uns in der glücklichsten Lage. In jedem Punkte der Wirklichkeit werden uns auf verhältnismäßig eindeutige Weise die notwendigen Idealisierungen nahegelegt. Wir werden sowohl durch das Bild des unvollkommenen rechtwinkligen Dreieckes auf die Idee des vollkommenen gelenkt, wie durch die gebuckelte Linie auf die Gerade, wie durch die unvollkommenen Kreise und Kugeln auf ihre vollkommenen Ideale. Wenn wir an einem bestimmten Punkt nach schematischer Idealisierung nun mit der deduktiven Arbeit beginnen wollten, so würden wir nach längeren Deduktionen und erneuter „Kontrolle an der Wirklichkeit“ mit Vergnügen sehen, gerade dorthin gekommen zu sein, wohin uns die Idealisierung und Reinigung der Realität, wenn sie von Anfang an in jenem Punkte eingesetzt hätte, auch geführt hätte. Wir sehen also, daß, wo immer wir einsetzen, stets ein gewisser konstanter sich nicht vergrößernder Abstand zwischen unseren begrifflichen Zeichen und der Wirklichkeit bleibt, denn die Idealisierungen sind verhältnismäßig eindeutige und wesentliche (für unsere Zwecke wesentliche), und neue Naturdaten kommen nicht hinzu. Ja, wir können annehmen, daß wir prinzipiell ohne jede Deduktion nur durch die unaufhörliche Idealisierung von Erfahrungstatsachen zu ganz ähnlichen Lehrsätzen gekommen wären (nur wäre der Aufbau ein ganz anderer gewesen), denn wäre das nicht der Fall, so hätte die „Kontrolle an der Wirklichkeit“ uns auf eine verfehlte (unwesentliche, nicht notwendig falsche) Richtung der Deduktion oder auf eine unglückliche Idealisierung einer Tatsache oder auf plötzlich wesentlich gewordene neue Naturtatsachen hinweisen müssen. Tat sie das nicht, so war es uns möglich, nun an einen logischen Aufbau unseres Gebäudes zu gehen, einige Tatsachen, aus denen sich dann alles logisch ableiten läßt, an die Spitze zu stellen und das übrige im Vertrauen auf die bewährte Konstanz des Abstandes zwischen Bild und Wirklichkeit der Deduktion zu überlassen.

Allerdings ist es *nachträglich* möglich, jede Erfahrungstatsache (besonders jede stark idealisierte) nicht als solche, sondern als „Definition“ zu bezeichnen und ist ein solcher rein axiomatischer Aufbau eines Systems von ebenso hohem logischen wie rein mathematischen Interesse; nur darf man nicht vergessen, welchen Tatsachen eben die vorliegende Auswahl der Definitionen ihr Bestehen und unser Interesse an ihnen dankt. Denn prinzipiell sind unendlich viele höchst uninteres-

sante Gruppen von Definitionen mit ebenso folgerichtigen wie uninteressanten daran anschließenden Lehrgebäuden möglich.

Wir werden also nicht erwarten, in der Geometrie ein Lehrgebäude zu finden, in dem alles mit eindeutiger innerer Notwendigkeit abläuft, sondern werden die Worte *Riemanns* in seiner berühmten Habilitationsschrift verstehen, „daß die Sätze der Geometrie sich nicht aus allgemeinen Größenbegriffen ableiten lassen, sondern daß diejenigen Eigenschaften, durch welche sich der Raum von anderen denkbaren dreifach ausgedehnten Mannigfaltigkeiten unterscheidet, nur aus der Erfahrung entnommen werden können ... Diese Tatsachen (der Erfahrung) aber sind wie alle Tatsachen nicht notwendig, sondern nur von empirischer Gewißheit, sie sind Hypothesen“.

Was nun die Relativität des Raumes anbetrifft, so können wir sagen, daß sie für ihn in eben dem Maße nicht mehr und nicht minder besteht wie für unsere übrigen Wahrnehmungen von der Natur, d. h. also in zwei Beziehungen:

Die erste bezieht sich auf die bekannten Überlegungen, durch die *Delboeuf* und *Poincaré*) und nach ihnen noch viele uns begreiflich machen, daß, wenn eines Nachts (ich deute hier nur grob an), alle Dimensionen des Universums sich vertausendfachen, wir von alledem nichts merken würden, da, analoge Transformationen unserer Instrumente und unserer Sinne vorausgesetzt, wir kein Mittel hätten, diese Vergrößerung zu konstatieren; ja daß sich noch viel einschneidendere in gleicher Weise unkonstatierbare Veränderungen vollziehen könnten. — Bei all diesen weit ausgesponnenen Überlegungen ist zunächst nicht einzusehen, welche spezifische Eigenschaft gerade der *räumlichen* Wahrnehmung durch sie dargelegt werden sollte. Wenn eines Nachts alle Farben um einige Nuancen dunkler würden oder nach einem bestimmten anderen Gesetz, das noch so kompliziert sein könnte, sich veränderten, so würden wir, vorausgesetzt, daß in unserem Auge und in unseren optischen Instrumenten entsprechende Veränderungen vorgingen, in der Früh auch nichts bemerken. Wenn alle Blumen Düfte eines Nachts verschwänden, so würden wir, entsprechende Veränderungen in unserem Riechorgane vorausgesetzt, die hier die wesentlichsten Meßinstrumente sind, auch nichts merken usw. Es ist eben nicht nur für den Raum, sondern für alle Dinge der Mensch das Maß der Dinge, und der Raum hat nicht mehr aber auch nicht weniger „reales“, „absolutes“ in sich als die übrige Sinnenwelt.

Hat hier die Abhängigkeit der Raumwahrnehmung von unserer *physiologischen* Konstitution zu einer „Relativität“ geführt, so ergibt sich die zweite fundamentale Relativität (die aber auch ihr Gegenstück hat) durch die Möglichkeiten der verschiedenen *logischen* Interpretationen unserer

1) „Wert der Wissenschaft“.

Wahrnehmungen und die daraus folgende Einordnung in verschiedene Schemata.

Doch werden wir diesen Punkt noch (im dritten Teil) ausführlich zu besprechen haben. Hier merken wir lieber noch, was die „physiologische Relativität“ betrifft, an, daß „die Fiktion einer durchgehenden Größenänderung der Welt von vorneherein jedes angebbaren Sinnes entbehrt, solange nicht zugleich etwas über das Verhalten der physikalischen Konstanten bei dieser Deformation vorausgesetzt ist“ (Schlick „Raum und Zeit in der gegenw. Physik“). „Setzen wir etwa nach 100-facher Linearvergrößerung der Welt für die Masse der Erde und der Gegenstände auf ihr dieselben Zahlen wie vorher in die Newtonsche Attraktionsformel ein, so würde sich das Gewicht auf $\frac{1}{10\,000}$ des früheren Wertes reduzieren; die Gewichtsverminderung würde sich etwa durch die Verlangsamung der Schwingung eines Pendels gegen früher feststellen; dazu aber muß man Voraussetzungen über die eventuelle Änderung oder das Gleichbleiben der Rotationsgeschwindigkeit der Erde machen, denn durch Vergleichung mit dieser entsteht erst unser Zeitmaß usw.“ Man könnte aber noch weiter gehn und käme leicht zu der Folgerung, daß auch entsprechende Veränderungen der physikalischen Konstanten nicht hinreichen, die Veränderung zu einer tatsächlich unkonstatierbaren zu machen, sondern daß im Grunde die ganze Welt sich „entsprechend“ verändern müßte. Auch dies trifft in gleicher Weise für unsere Beispiele der Farben, Düfte usw. zu; nur springt diese Notwendigkeit in den verschiedenen Fällen in verschiedenem Maße in die Augen.

Sache des Forschers kann es nur sein, das Ganze seiner wissenschaftlichen Arbeit, die Induktion und die Deduktion, die Definitionen und ihre Identifizierung mit den Naturdingen, die Logik und die Empirie in ihrem Ineinandergreifen, die Mathematik und die Naturwissenschaften (im speziellen die Geometrie und Physik) so einzurichten, daß, alles in allem genommen (um in dem früheren Bilde zu bleiben), er sich mit seiner Interpretation der Wirklichkeit immer in einem gewissen konstanten, keinesfalls aber wachsenden Abstand von ihr hält. Die Probe wird darin bestehen, daß seine Zeichen- und Bildersprache, in der er sich die Wirklichkeit malt und deren Zutreffen sich darin bewährt, daß die Wirklichkeit — wunderbar genug — darauf reagiert (sowie ich mich z. B. mit Haustieren im Verkehr und Verständigung gesetzt habe und meine Zeichen bei ihnen verfangen, obgleich unsere „Seelen“ im Grunde nichts von einander wissen), daß diese Sprache ihre wunderbaren Fähigkeiten nicht verliere, sondern unserem intellektuellen und praktischen Bedürfnis nach einer Brücke ins Unbekannte immer vollendeter genüge. Diejenigen unter unseren Erkenntnissen, die mit unseren ältesten, tiefsten und primitivsten Instinkten zusammenhängen (wie etwa nach Poincaré unsere Auffas-

sung von der Dreidimensionalität des Raumes) wurzeln am festesten, alles aber ist relativ, bedingt durch die Außenwelt und bedingt durch uns als rezipierendes Objekt, speziell unsere Raum-auffassung. Auf diese wollen wir (im dritten Teile) wieder zurückkommen, nachdem wir, wozu wir uns nun anschicken wollen, die verschiedenen Systeme der Deduktionen, die sich an verschiedene Axiomgruppen¹⁾ anschließen und die man euklidische und nichteuklidische Geometrien nennt, betrachtet haben werden.

II.

Die nichteuklidischen Geometrien. Elementargeometrisches.

Haben wir uns im vorhergehenden den Unterschied zwischen solchen Sätzen, die idealisierte Erfahrungstatsachen, „Hypothesen“ formulieren — und als solche Sätze mußten wir ja die Axiome der Geometrie auffassen — und reinen Deduktionen klar gemacht, so werden wir nun die Grundfrage der nichteuklidischen Geometrien verstehen, die darin gipfelt, ob das *euklidische Parallelpostulat bereits eine (mathematische) Folge der übrigen Axiome ist* oder ob in ihm eine selbständige Hypothese formuliert wird. Die einschlägigen Untersuchungen haben definitiv ergeben, daß das *Parallelpostulat* als *selbständige Hypothese* aufzufassen ist, denn sie haben gezeigt, daß man ein in sich konse-

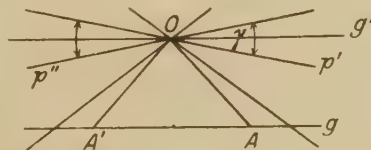


Fig. 1.

quentes Lehrgebäude auf Grund allein der übrigen Axiome aufbauen kann, aus welchem sich sodann je nach den verschiedenen Annahmen bezüglich des Parallelpostulats von einander verschiedene „euklidische“ oder „nichteuklidische“ Systeme ergeben. Ohne hier auf die schon oft fesselnd dargestellte Geschichte der nichteuklidischen Geometrien einzugehen²⁾, die besonders darum so interessant ist, weil diese ganzen Untersuchungen dem Wunsche das Postulat zu beweisen ihr Dasein und ihren inneren Ansporn verdanken und eben mit dem Nachweis seiner Unbeweisbarkeit endeten, wollen wir lieber einiges wenigens aus dem vollendeten Gebäude hervorheben.

Das fragliche Axiom besagt bekanntlich, daß in einer Ebene durch einen Punkt zu einer Geraden nur eine einzige Parallele (nicht schneidende Gerade) existiert (elftes Axiom, fünftes Postu-

¹⁾ Systemisierte Induktionen, die man, wenn man will, Definitionen nennen kann!

²⁾ Bonola „Die nichteuklidische Geometrie“, Mach „Erkenntnis und Irrtum“, Voß „Das Wesen der Mathematik“ usw.

lat). Denken wir uns eine Gerade g , einen festen Punkt O außerhalb derselben und einen auf g gelegenen beweglichen Punkt A und ziehen wir die jeweilige Verbindung OA , OA' Nun wissen wir ja, wenn wir A immer weiter auf g wandern lassen, daß die OA' alle möglichen Lagen zwar augenscheinlich durchwandern werden, uns aber nie die *parallele* Richtung g' liefern werden. Woher aber wissen wir, ob wir nicht vielleicht schon über *andere Grenzlagen*, z. B. p , p' , nicht hinauskommen werden? Das ist eben keine anschauliche Selbstverständlichkeit. *Euklid* sagt, daß der Winkel $\gamma = 0$ ist, dafür ist aber kein anschaulicher Grund einzusehen, es könnte also ganz gut in diesem Winkel ein Büschel Gerader geben, die g nicht schneiden.

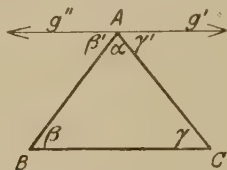


Fig. 2.

Der wichtigste Satz, der ohne das *Parallelenaxiom* nicht abgeleitet werden kann, ist der von der Winkelsumme des Dreiecks. Sei (Fig. 2) ABC ein Dreieck, mit den Winkeln α , β , γ ; machen wir $\gamma' = \gamma$ durch Ziehung von g' und $\beta' = \beta$ durch Ziehung von g'' ; dann sind g' und g'' sicher Gerade, die die verlängerte Dreiecksbasis *nicht* schneiden. Es ist aber die Frage, ob die beiden Richtungen wirklich die *gleichen* sind, ob die Fortsetzung von g'' über A hinaus mit g' zusammenfällt und umgekehrt, und *dazu* brauche ich das *Parallelen-Axiom*.

Aber auch umgekehrt: wenn wir zeigen könnten, daß die Winkelsumme in jedem Dreieck gleich ist $2R$, so wäre das Axiom richtig. In dieser Weise führten alle direkten Versuche, das *Parallelen-Axiom* zu beweisen, nur darauf, es durch äquivalente Axiome zu ersetzen, und so schlug man den anderen Weg ein, nämlich eine neue Geometrie aufzubauen *ohne* Hilfe des Postulats in der Hoffnung, im Laufe der Untersuchungen auf einen Widerspruch zu stoßen.

Was bedeutet nun der Wegfall unseres Axioms?

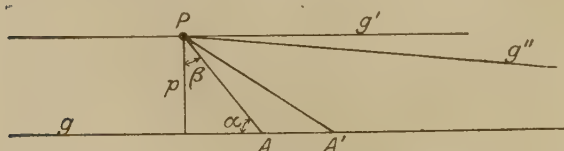


Fig. 3.

Ziehen wir von P aus das Perpendikel p und die verschiedenen Geraden PA , PA' etc. Nach *Euklid* erhalten wir, wenn wir A auf g wandern lassen, alle Geraden bis auf eine: g' . Wenn es aber nicht gilt, dann ist g' nicht die einzige unerhältliche Gerade, sondern es gibt eine Grenz-

lage g'' und die heißt schon „*Parallele zu g durch P*“. Alle schneidenden Geraden füllen also (wenn wir von symmetrischer Umklappung absehen) den Scheitelraum zwischen p und g'' aus. Wir erhalten so eine Reihe von rechtwinkligen Dreiecken mit p als Kathete, die Winkel α und β ändern sich. Nun sagt die „*hyperbolische Geometrie*“ (so wollen wir eine Geometrie nennen, die an Stelle der *einen* Parallelen ein ganzes Bündel solcher setzt) aus, daß in einem rechtwinkligen Dreieck mit gegebener Kathete der Winkel β *nicht jeder beliebige* spitze Winkel sein kann, sondern daß, wenn der $\angle (p g'') = \varphi$ ist, $\beta < \varphi$ sein muß. Wenn β größer ist als der „*Parallelwinkel*“ φ , so erhält man kein Dreieck. In der euklidischen Geometrie kann der $\angle \beta$ in einem rechtwinkligen Dreieck beliebig sein, in der hyperbolischen ist $\beta < \varphi$ und der Winkel φ irgendwie von der Kathete p abhängig, und eine wichtige Aufgabe wird die Ermittlung der Art dieser Abhängigkeit sein. Schreiben wir mit *Lobatschewsky* (einem der Begründer der nichteuklidischen Geometrie) $\varphi = \Pi(p)$, so ist in der gewöhnlichen Geometrie immer $\Pi(p) = 90^\circ$; hier aber wächst $\Pi(p)$ bis 90° , wenn $p \rightarrow 0$ abnimmt, und nimmt bis 0° ab, wenn $\Pi \rightarrow \infty$ wächst.

Die wichtigste Folgerung der hyperbolischen Geometrie ist, daß hier die Winkelsumme im Dreieck

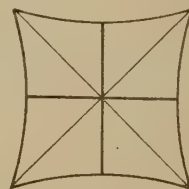


Fig. 4.

eck immer $< 2R$ ist, und zwar umso mehr kleiner, je größer die Dreiecksfläche ist; dies ergibt sich ebenso wie die bezüglich der Funktion Π aufgestellten Folgerungen aus den übrigen Axiomen bei der erwähnten Abänderung des *Parallelenaxioms*. Aus dem Winkelsatz des Dreiecks folgt speziell auch die für uns wichtige Tatsache, daß es hier keine „*Quadrate*“ im gewöhnlichen Sinne gibt (Figuren mit 4 gleichen Seiten und 4 rechten Winkeln), denn die Winkelsumme wäre hier $< 4R$, und zwar umso mehr kleiner, je flächen größer das Quadrat ist. Wir können uns eine solche Figur bei geradliniger Begrenzung nicht vorstellen, eine näherungsweise Vorstellung gibt Fig. 4. Dasselbe gilt natürlich für Rechtecke, und es ist klar, daß solche Rechtecke, die mit der Größe ihre Gestalt ändern, die Anwendung als Koordinaten im gewöhnlichen Sinne verbieten.

Veranschaulichung der nichteuklidischen Geometrie durch die Geometrie auf der Fläche.

Wir haben bisher die beiden Hypothesen betrachtet, daß durch einen Punkt zu einer Geraden nur eine oder unendlich viele Parallelen möglich seien. Auch der dritten möglichen Hypothese, nämlich der, daß gar keine Parallele möglich sei, ent-

spricht eine Geometrie, allerdings nur, wenn man mit *Riemann* die Ansicht fallen läßt, der Raum sei unendlich ausgedehnt, sondern annimmt, er sei nur unbegrenzt (die Gerade z. B. ist unendlich, der Kreis unbegrenzt).

Diese Geometrie kann man anschaulich darstellen, indem man sie als *Geometrie auf der Kugel* interpretiert. Machen wir die bekannte Helmholtzsche Fiktion der „Flächenwesen“, die nicht mit drei-, sondern mit zweidimensionaler Anschauung, begabt mit Sinnen ähnlich den unsern, die Geometrie ihrer Flächen studierten. Ihre „geradesten Linien“ wären die *geodätischen* Linien der Fläche (Linie eines der Fläche entlang, ihr anliegenden gespannten Fadens), die kürzeste Linie zwischen zwei Punkten wäre für das Kugelwesen ein Bogen des größten Kreises, der durch diese zwei Punkte geht; sind die beiden gegebenen Punkte Endpunkte desselben Kugeldurchmessers, so sind unendlich viele, untereinander gleich lange, kürzeste Linien möglich; somit wäre schon das Axiom, das durch zwei Punkte nur eine Gerade möglich sei, hier *nicht ausnahmslos* gültig. Parallele (= nicht schneidende „Gerade“) existieren nicht, sondern zwei „geradeste“ Linien schneiden sich, gehörig verlängert, nicht nur in einem, sondern in zwei Punkten. Die Winkelsumme im Dreieck wäre immer größer als $2R$ und umso mehr größer, je größer die Dreiecksfläche; da ein größeres Dreieck notwendig andere Winkel hätte als ein kleineres, so fehlt der Begriff der Ähnlichkeit.

Denken wir uns die Flächenwesen eines *eiförmigen* Körpers: Hier fehlt z. B. nicht nur der Begriff der Ähnlichkeit, sondern auch der der Kongruenz, wie man leicht sieht; denn, wenn wir zwei Dreiecke (aus drei geodätischen Linien) auf verschiedenen Stellen der Fläche konstruieren, so würden bei gleich langen Seiten ihre Winkel nicht gleich ausfallen. Kreise mit gleichen Radien hätten am stumpfen Ende eine größere Peripherie als am spitzen etc.

Suchen wir mit *Gauß* eine Bedingung für solche Flächen, auf denen es möglich ist, im Gegensatz zu dem zuletzt dargestellten, Figuren ohne Gestaltsänderung frei zu verschieben. Eine solche Bedingung wird von den „inneren Maßverhältnissen der Fläche“ sprechen müssen, d. h. von Beziehungen, die von dem Flächenwesen festgestellt werden könnten, welche sich ja aus ihrer Fläche nicht hinausbewegen können. *Gauß* ging bei seinen flächentheoretischen Untersuchungen von der praktischen Arbeit der hannoveranischen Landesvermessung aus, wobei man durch Vermessung eines Stückes der Erdoberfläche aus der Tatsache der sich nicht lückenlos aneinander schließenden Dreiecke des Triangulationsnetzes einen neuen Beweis dafür erhielt, daß die Erde keine Ebene sei. Nehme ich hingegen ein ebenes Papierblatt, auf das ich Figuren zeichne, und rolle es zusammen (zylinderförmig oder kegelförmig), so finde ich durch Ausmessung der Figuren auf

dem zusammengerollten Blatt die gleichen Ausmessungen wie auf dem ebenen. Ganz allgemein gilt auf Flächen, die durch *Verbiegung ohne Verzerrung* auseinander hervorgehen, die gleiche Geometrie.

Charakteristisch für diese inneren Maßverhältnisse der Fläche ist das *Gaußsche Krümmungsmaß*. Er definiert in exakt mathematischer Form die „Krümmung“ einer Fläche aus Abmessungen, die man bloß auf der Fläche selbst vorzunehmen hat und zeigt, daß bei gleichen Krümmungsmaßen *k* die inneren Maßverhältnisse zweier Flächen die gleichen sind, und daß, wenn *k* in jedem Punkte der Fläche denselben Wert hat, also bei konstantem *k* — aber nur bei solchem — die oben geforderte Möglichkeit der freien Verschiebung von Figuren ohne Änderung ihrer Maßverhältnisse eintritt.

Auf der eiförmigen Fläche ist *k* nicht konstant, auf der Kugel ist *k* konstant und zwar größer als 0, in der Ebene ist *k* konstant und gleich 0. Man zeigt nun, daß die Geometrie auf Flächen mit konstantem aber von 0 verschiedenem Krümmungsmaße zusammenfällt mit den Geometrien, in denen man das Euklidische Postulat fallen gelassen hat. Wollen wir uns die hyperbolische Geometrie, von der wir eingangs sprachen, auf einer Fläche veranschaulichen, so lassen wir etwa eine der folgenden Figuren rotieren und erhalten eine sogenannte Pseudosphäre. (Freilich realisiert jeder Teil der Umdrehungsfläche, z. B. der Traktrix Fig. 5, in die sie durch ihre scharfe Kante zerfällt, nur



Fig. 5.



Fig. 6.

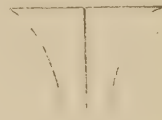


Fig. 7.

einen Teil der nichteuklidischen Ebene. Doch wollen wir auf diesen schwierigen Punkt nicht näher eingehen.)

Zwischen der Geometrie auf einer Fläche konstanter Krümmung und der von einem Teil der Ebene besteht eine Analogie, die wir mit *Bonola* durch folgendes „Lexikon“ veranschaulichen:

- | | |
|---|--|
| a) Fläche | a) Teil der Ebene |
| b) Punkt | b) Punkt |
| c) geodätische Linie | c) Gerade |
| d) Bogen einer geodätischen Linie | d) Strecke |
| e) lineare Eigenschaften der geodätischen Linie | e) Postulate über die Anordnung der Punkte auf einer Geraden |
| f) zwei Punkte bestimmen eine geodätische Linie etc. etc. | f) zwei Punkte bestimmen eine Gerade etc. etc. |

Wenn man die Geometrien auf all diesen Flächen (Sphären, Pseudosphären, Ebene) vergleicht, so sieht man, daß wir als gemeinsame Eigenschaften für die Geometrie all dieser Oberflächen all die Eigenschaften festhalten können,

die bei der Euklidischen Anordnung unabhängig vom Parallelen-Postulat sind und bei denen der Beweis nicht von der vollständigen Ebene Gebrauch macht (z. B. von der Unendlichkeit der Geraden).

Allgemeiner Gaußscher Standpunkt.

Betrachten wir Kurven und Flächen im Euklidischen Raume mit den Carthesischen Koordinaten x, y, z ;

$$x = x(u), y = y(u), z = z(u)$$

ist bekanntlich eine „Parameterdarstellung“ einer Kurve, wobei der Parameter u noch einer beliebigen stetigen Transformation unterworfen werden kann. Die Punkte einer zweidimensionalen Punktmannigfaltigkeit, einer Fläche, können durch die Werte zweier Parameter u_1, u_2 unterschieden werden.

$$x = x(u_1, u_2), y = y(u_1, u_2), z = z(u_1, u_2). \quad (1)$$

Die Parameter u_1, u_2 bezeichnet man als Gaußsche oder krummlinige Koordinaten auf der Fläche; eine Parameterdarstellung der Kugel liefern z. B. die geographischen Koordinaten Länge und Breite. Wir können die Formeln (1) auch als stetige Abbildungen der dreidimensionalen Mannigfaltigkeit der x, y, z auf die u_1, u_2 Ebene ansehen, wie sie aus den Kartenprojektionen z. B. der stereographischen Projektion oder der Merkator-Projektion jedem geläufig sind. Zieht man in der u_1, u_2 Ebene rechtwinklige Koordinaten, so überträgt sich dieses Netz vermöge der Abbildung auf die krumme Fläche.

Wir haben also hier in diesen krummlinigen Koordinaten einen Ersatz für die Carthesischen Koordinaten in der Ebene. Es ist nun klar, daß, ebenso wie die inneren Eigenschaften der Ebene sich nicht ändern, ob man ihre Geometrie etwa in Carthesischen oder in Polarkoordinaten treibt, ebenso die Gesetzmäßigkeiten der Fläche sich bei konsequenter Durcharbeitung unabhängig von der speziellen Wahl der krummlinigen Koordinaten ergeben müssen. Mathematisch drückt sich das darin aus, daß in (1) die u_1, u_2 noch einer beliebigen eindeutigen stetigen Transformation unterworfen werden können.

Wichtig ist nun der Ausdruck für den Abstand ds zweier unendlich naher Punkte (u_1, u_2) $(u_1 + du_1, u_2 + du_2)$ auf der Fläche, dieser wird sich natürlich nicht in den krummlinigen Koordinaten durch die gewohnte Formel $du_1^2 + du_2^2 = ds^2$ darstellen, sondern wir müssen zu seiner Berechnung zunächst auf die räumlichen (Carthesischen) Koordinaten rekurreren. Es ist

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

und da

$$dx = \frac{\partial x}{\partial u_1} du_1 + \frac{\partial x}{\partial u_2} du_2,$$

so ist

$$ds^2 = g_{11} du_1^2 + 2g_{12} du_1 du_2 + g_{22} du_2^2, \quad (2)$$

wobei die

$$g_{ik} = \frac{\partial x}{\partial u_i} \frac{\partial x}{\partial u_k} + \frac{\partial y}{\partial u_i} \frac{\partial y}{\partial u_k} + \frac{\partial z}{\partial u_i} \frac{\partial z}{\partial u_k},$$

im allgemeinen keine Konstanten, sondern Funktionen von (u_1, u_2) sind. Gauß erkannte, daß diese „metrische Fundamentalform“ ds in ähnlicher Weise wie das früher erwähnte Krümmungsmaß bestimmend ist für die Geometrie auf der Fläche, daß die Geometrie auf zwei Flächen dieselbe ist, wenn für sie bei geeigneter Parameterdarstellung die Koeffizienten g_{ik} der metrischen Fundamentalform übereinstimmen. Alle geometrischen Verhältnisse auf der Fläche können wir im Bilde der (u_1, u_2) Ebene verfolgen, wenn wir nur übereinkommen, unter dem Abstand ds zweier unendlich naher Punkte nicht den durch die Pythagoreische Formel $ds^2 = du_1^2 + du_2^2$ gelieferten Wert zu verstehen, sondern (2). Für die Kugel z. B. erhalten wir ein ganz bestimmtes ds , und daß auf der Kugel nicht dieselbe Geometrie wie in der Ebene gilt, besagt analytisch, daß es unmöglich ist, die quadratische Differentialform der Kugel

$$ds^2 = \frac{(1 + u_1^2 + u_2^2)(du_1^2 + du_2^2) - (u_1 du_1 + u_2 du_2)^2}{(1 + u_1^2 + u_2^2)^2}$$

durch irgend eine Transformation

$$u_1 = u_1(u_1', u_2'); u_2 = u_2(u_1', u_2')$$

auf die Gestalt $du_1'^2 + du_2'^2$ zu bringen. Haben wir so jedem Kontinuum einen bestimmten und charakteristischen „Abstand“ zugeordnet, so gilt mit bezug auf diesen Abstand im unendlich kleinen die Euklidische Geometrie.

Allgemeiner Riemannscher Standpunkt.

Riemann überträgt nun die Gaußschen Ideen auf mehrdimensionale Mannigfaltigkeiten. Er meint, daß die Annahme a priori, der Raum sei euklidisch = „eben“, und daß ein Abstand durch die Pythagoreische Formel gegeben, nicht notwendig sei; es seien—zunächst mathematisch—auch gekrümmte Räume denkbar, die sich vom Euklidischen Raum ebenso unterscheiden wie die gekrümmten Flächen von der Euklidischen Ebene. Er definiert ein Krümmungsmaß des Raumes, dessen Konstanz die Möglichkeit charakterisiert, Körper und Figuren in dem Raume ohne Gestaltsänderung zu verschieben; wieder ist diese Beziehung notwendig und hinreichend, wieder liefern die drei Fälle eines konstanten $k \geq 0$ die drei früher ausführlich besprochenen Raumgeometrien.

Das Große in dieser Verallgemeinerung liegt weniger in der kunstvollen formalen Verallgemeinerung der Gaußschen Gedanken, sondern vielmehr in der Konzeption des Gedankens eines möglicherweise „gekrümmten“ Raumes; denn die verschiedenen Formen von Flächen sind unserer Beobachtung zugänglich, für den Raum aber fehlen derartige Beobachtungen. Wir betrachten also ganz allgemein n -dimensionale Mannigfaltigkeiten, auf denen wir n krummlinige Koordinaten einführen. Das Linienelement ds denken wir uns gegeben durch die Wurzel aus $ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$. Als „eben“ werden diese n -dimensionalen Mannigfaltigkeiten bezeichnet, in denen die Form $ds^2 = du_1^2 + du_2^2 + \dots + du_n^2$ sich durch stetige

Transformationen der Art $u_1 = u_1(u'_1 \dots u'_n)$, $u_2 = u_2(u'_1 \dots u'_n) \dots u_n = u_n(u'_1 \dots u'_n)$ erreichen läßt. Ist das Krümmungsmaß nicht gleich 0, sondern konstant und $= \alpha$, so läßt sich die Formel

$$ds^2 = \frac{du_1^2 + du_2^2 + \dots + du_n^2}{1 + \frac{\alpha}{4}(u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2)}$$

herbeiführen.

Da die Geometrie auf der „Fläche“ nicht von der Wahl der speziellen Parameter $u_1 \dots u_n$ abhängt, ebenso wie die Gesetzmäßigkeiten der Ebene nicht von der Koordinatenwahl abhängen, so werden wir, wenn wir für die u_i ein ds , für die u'_i ein ds' erhalten haben (wobei ds und ds' durch die Transformation der u_i in die u'_i ineinander übergehen), ganz die gleichen Gesetzmäßigkeiten erhalten, wenn wir mit den u_i und den ds oder wenn wir mit den u'_i und den ds' rechnen, was wir auch so ausdrücken können: *Die Geometrie einer n -dimensionalen Mannigfaltigkeit, für die in jedem Punkte ein bestimmtes ds existiert, ist unabhängig von der speziellen Wahl der Gaußschen Koordinaten, mittels derer die n -dimensionale Mannigfaltigkeit ausgemessen wird.* Wenn wir also früher sagten, daß auf Flächen, die aufeinander abwickelbar seien (d. h. die man durch Verbiegung zur Deckung bringen kann), die gleiche Geometrie herrsche, so machen wir uns jetzt klar, daß der Übergang etwa von der Ebene zur Zylinderfläche, auf denen ja eben die gleiche Geometrie herrscht, einfach dem Übergang von einem Gaußschen Koordinatensystem zu einem anderen (auf der Zylinderfläche oder der Ebene) entspricht. Früher aber hatten wir gesagt, daß die notwendige und hinreichende Bedingung für die Abwickelbarkeit zweier Flächen aufeinander in der Konstanz des Krümmungsmaßes bestehe, während wir jetzt diese Abwickelbarkeit geometrisch dahin deuten, daß nun bei Einführung verschiedener Gaußscher Koordinaten auf der Fläche $u_1 u_2 u'_1 u'_2 \dots$ (wobei sich das eine Mal das $ds(u)$, das andere Mal das $ds'(u')$ als metrische Fundamentalform ergibt) wir naturgemäß beide Male die gleiche Geometrie erhalten¹⁾.

Man könnte meinen, daß infolge der Forderung der Existenz der Körper unabhängig vom Ort von Anfang an ein überall konstantes Krümmungsmaß gefordert werden müßte, doch wäre das übereilt, worauf eben gerade die allgemeine Relativitätstheorie hingewiesen hat.

Während also (wie Weyl es ausdrückt) bei *Euklid* der Raum von vornherein von viel speziellerer Natur angenommen wird, als die in ihm

möglichen Flächen, nämlich eben, hat bei *Riemann* der Raumbegriff gerade denselben Grad von Allgemeinheit wie die in ihm möglichen Gebilde, d. h. er ist in jedem Punkte nicht von Anfang an durch die Euklidische Form des ds , sondern durch die allgemeinere $\sum g_{ik} du_i du_k$ charakterisiert, wobei die g_{ik} schon bei den Räumen von konstantem, aber von 0 verschiedenem Krümmungsmaße nicht konstant sind, wieviel weniger etwa bei „eiförmigen“ Räumen, bei Räumen mit inkonstantem k . Selbstverständlich sind die Lobatschewskysche (pseudosphärische oder hyperbolische), die Euklidische und die sphärische (elliptische) Raumgeometrie als spezielle Fälle in der Riemannschen Geometrie enthalten, deren Grundgedanke es ja eben ist, sich nicht von Anfang an auf ein konstantes ds und speziell nicht auf das Euklidische festzulegen.

Im allgemeinen Riemannschen Raume stellt sich die Fläche naturgemäß als zweidimensionaler Riemannscher Raum dar, in dem auch hier wieder $x = x(u_1, u_2)$, $y = y(u_1, u_2)$, $z = z(u_1, u_2)$.

Die Differentiale $dx = \frac{\partial x}{\partial u_1} du_1 + \frac{\partial x}{\partial u_2} du_2$ etc. werden

hier aber nicht in das spezielle Euklidische $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$, sondern in das betreffende Riemannsche $ds^2 = g_{11} dx^2 + g_{12} dx dy + \dots$ eingesetzt, so daß sich die Metrik des dreidimensionalen Riemannschen Raumes in der Metrik der betreffenden Fläche spiegelt.

Wir haben also als vorläufig allgemeinstes nichteuklidisches Gebilde einen Riemannschen n -dimensionalen Raum gewonnen, in dem Riemannsche n -dimensionale „Flächen“ möglich sind, dessen Krümmungsmaß von Punkt zu Punkt variiert, dessen metrische Fundamentalform ds Koeffizienten hat, die ihre Werte von Punkt zu Punkt ändern und dessen Geometrie, insofern sie auf der Existenz des Linienelementes basiert, von der speziellen Wahl der Gaußschen Koordinaten des Raumes, d. h. von allen möglichen eindeutigen und stetigen Transformationen derselben unabhängig ist, was der geometrischen Tatsache der „Abwickelbarkeit“ von Flächen gleicher Krümmungsverhältnisse aufeinander entspricht.

Gerade dieser allgemeinste, nichteuklidische Raum ist es, mit dem sich die allgemeine Relativitätstheorie beschäftigt.

(Schluß folgt.)

Neuere Fortschritte in der Theorie der Lumineszenzerscheinungen.

Im Jahre 1888 hat Eilhard Wiedemann¹⁾ vorgeschlagen, sämtliche Lichtemissionserscheinungen in zwei Gruppen zu scheiden. Charakteristisch für beide Gruppen ist dabei die Temperatur, bei welcher das Leuchten einsetzt. Wenn man nämlich bei einem Körper durch unmittelbare Wärmezufuhr die Bewegungen der Moleküle, welche die Wärme bedingen, so hoch steigert, daß dadurch bestimmte molekulare Komponenten in Lichtschwingungen geraten, so erhält man eine reine Temperaturstrahlung, für welche das Kirchhoffsche Gesetz

¹⁾ E. Wiedemann, Wied. Ann. 34, S. 446; 1888.

¹⁾ Mathematisch drückt sich dieser hier formulierte Zusammenhang zwischen dem Krümmungsmaße und der metrischen Fundamentalform so aus, daß man sagt, die Krümmung sei eine „Differentialinvariante“ der quadratischen Differentialform, d. h. eine Größe, die aus den Koeffizienten der metrischen Fundamentalform in solcher Weise gebildet ist, daß sie für zwei Differentialformen, die durch Transformation auseinander hervorgehen und für Argumentpaare, die sich durch Transformation entsprechen, denselben Wert habe.

sowie das Gesetz von *Draper* gelten. Das letztere ist ein Erfahrungssatz; es besagt, daß ein Körper erst bei einer Temperatur von etwa 400°–500° sichtbare Strahlung aussenden kann. Bei der zweiten Gruppe von Lichterscheinungen, die *Wiedemann* als *Lumineszenzerscheinungen* bezeichnet hat, wird ohne eine entsprechende Steigerung der Temperatur durch äußere Ursachen ein Leuchten erzeugt. Je nach der Art dieser erregenden Ursachen wird dann weiterhin unterschieden zwischen Photolumineszenz, Kathodolumineszenz, Kanalstrahlenlumineszenz, Röntgenlumineszenz, Radio-lumineszenz, Chemilumineszenz, Lyolumineszenz, Tribolumineszenz, Kristallolumineszenz und Thermolumineszenz. Bei der letzten soll zwar Wärmezufuhr das Leuchten hervorrufen, jedoch bereits bei einer wesentlich niedrigeren Temperatur, als es das *Drapersche* Gesetz für die reine Temperaturstrahlung verlangt.

(Zu einer exakteren Fassung der soeben definierten Begriffe werden wir durch die folgende Betrachtung geführt²). Wir denken uns ein beliebiges System, das sich im Innern einer Hülle von konstanter Temperatur befindet. Diese sei innen vollkommen schwarz und verhalte sich nach außen wie ein vollkommener Spiegel. Wenn dann das System bei konstanter Temperatur strahlende Energie von beliebiger Wellenlänge in die Hülle sendet, so kann einerseits die in einer hinreichend kleinen Zeiteinheit ausgesandte Strahlungsenergie irgend einer Wellenlänge eine periodische Funktion der Zeit mit einer Periode von der Größenordnung 10^{-15} Sekunden sein. Ist dieses der Fall, so bezeichnen wir das System als thermaktin und seine Strahlung als eine reine Temperaturstrahlung. Ist aber andererseits jene Strahlungsenergie keine periodische, sondern eine beliebig andere Funktion der Zeit, so sprechen wir von einem allaktinen System und nennen seine Strahlung eine Lumineszenz. Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kann in einem abgeschlossenen System, das sich im Temperaturgleichgewicht befindet, keine Temperaturdifferenz entstehen, wenn nur thermische Intensitätsdifferenzen vorhanden sind. In einem jeden derartigen System wird also eine reine Temperaturstrahlung von konstanter Intensität herrschen. Wenn Lumineszenz auftritt, müssen stets Intensitätsdifferenzen anderer Energiearten als thermischer vorhanden sein.)

Was nun die theoretische Deutung der Lumineszenzerscheinungen anbelangt, so hat *P. Lenard* zunächst für die Photolumineszenz, die uns bekanntlich als Fluoreszenz und Phosphoreszenz entgegentritt, auf Grund seines überaus umfangreichen und sorgfältigen experimentellen Beobachtungsmaterials eine Theorie entwickelt, welche in sich völlig widerspruchsfrei ist und mit allen bisherigen Erfahrungstatsachen im besten Einklang steht. Diese Theorie, die man kurz als *Elektronentheorie der Phosphoreszenz* bezeichnen kann, tritt an die Stelle einer früheren, namentlich von *E. Wiedemann* ausgebildeten Theorie, welche das Phosphoreszenzlicht als eine Begleiterscheinung von chemischen Prozessen ansah. Man nahm nämlich an, daß durch die primäre Belichtung aus der ursprünglichen Substanz A ein neuer Stoff B entsteht, der sich später unter Lichtentwicklung wieder in A zurückverwandelt. Die *Lenardsche* Theorie dagegen sagt im wesentlichen³ das Folgende aus. Das erregende Licht veranlaßt durch

lichtelektrische Wirkung das Entweichen negativer Elektronen aus den Phosphoreszenzzentren. Diese entwichenen Elektronen werden in der Umgebung der Zentren festgehalten und kehren erst allmählich, nach mehr oder weniger kurzer Zeit, zu ihren Zentren zurück. Durch diese ihre Rückkehr veranlassen sie Schwingungen gewisser Emissionselektronen, die sich in den Zentren befinden, und diese Schwingungen sind es, die sich uns als das Phosphoreszenzleuchten zu erkennen geben.

Auch die lumineszenzerregenden Wirkungen der Kathodenstrahlen, der Kanalstrahlen, der Röntgenstrahlen und der Strahlungen radioaktiver Substanzen lassen sich durch die *Lenardsche* Auffassung leicht deuten. Treffen z. B. Kathodenstrahlen auf die Zentren, so rufen sie eine sogenannte sekundäre Kathodenstrahlung, d. h. also das Entweichen von Elektronen hervor, und in analoger Weise veranlassen auch die übrigen Strahlungen die Zentren dazu, Elektronen abzugeben. In allen Fällen löst dann die Rückkehr der verlorenen Elektronen Schwingungen der Emissionselektronen in den Zentren aus.

Besonders wichtig ist die von *Lenard* aufgedeckte Tatsache, daß die Wärme keine eigene lumineszenzerregende Wirkung besitzt, mithin keine besondere Thermolumineszenz existiert. Vielmehr bewirkt die Wärmezufuhr lediglich — durch die mit ihr verbundene Erhöhung der allgemeinen Molekularbewegung — eine Beschleunigung in der Abgabe der in der Umgebung der Zentren festgehaltenen Elektronen, und diese Beschleunigung kann unter Umständen dazu führen, eine bereits unsichtbar gewordene Phosphoreszenz wieder sichtbar zu machen, indem sie die Ausgabe der gesamten noch vorhandenen „aufgespeicherten Erregung“ in ganz kurzer Zeit veranlaßt. Ohne diese aufgespeicherte Erregung kann Wärme niemals Lumineszenz hervorrufen.

Was die *Lyolumineszenz* anbelangt, so ist kaum anzunehmen, daß man den Lösungsvorgang als solchen für die Lichterzeugung verantwortlich machen kann. Vielmehr sind es chemische Vorgänge, die dabei das Leuchten verursachen. Die Lyolumineszenz wäre somit als ein Spezialfall der Chemilumineszenz aufzufassen, für welche sich wohl schwerlich eine allgemeine Deutung geben läßt. Sie stellt die Umkehrung einer photochemischen Reaktion dar, indem bei dieser eine Umwandlung von strahlender Energie in chemische sich vollzieht, während bei jener chemische Vorgänge die Emission von Strahlung zur Folge haben. *Trautz*⁴) hat für diese beiden Gruppen die Bezeichnungen endoaktive oder lichtempfindliche und exoaktive oder chemilumineszente Reaktionen vorgeschlagen. Jedenfalls läßt sich bei dem heutigen Stand der Dinge mit Sicherheit sagen, daß auch bei diesen Reaktionen Elektronenverschiebungen eine wichtige Rolle spielen.

Von den gesamten, eingangs aufgezählten Arten der Lumineszenz bleiben somit nur noch die der Kristallolumineszenz und der Tribolumineszenz zu betrachten übrig. Beide sind schon seit langer Zeit experimentell eingehend studiert worden, neuerdings insbesondere von *M. Trautz*⁴) und *A. Imhof*⁵). Unter *Kristallolumineszenz* versteht man das Leuchten, das manche Stoffe, z. B. das Kaliumsulfat, beim Auskristallisieren zeigen. Durch Untersuchungen von *Trautz* wurde in den meisten Fällen der interessante Nachweis erbracht, daß zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit der Kristalle einerseits und der Häufigkeit und Helligkeit der

²) Vgl. z. B. *Trautz*, Zeitschr. f. phys. Chem. 53, S. 1; 1905.

³) Eine eingehendere Darstellung habe ich in meinem Originalbericht über „*Lenards* Arbeiten zur Phosphoreszenz“ (in der Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 29, S. 150; 1916) gegeben.

⁴) *M. Trautz*, l. c.

⁵) *A. Imhof*, Phys. Zeitschr. 18, S. 78; 1917.

Lumineszenzfunkten andererseits angenäherte Proportionalität besteht. Die elektrolytische Dissoziationsfähigkeit des Lösungsmittels sowie geringe Zusätze fremder Substanzen konnten die Erscheinungen nicht beeinflussen; dagegen ließen sie sich durch größere Zusatzmengen oder Erhöhung der inneren Reibung der Lösungen ganz zum Verschwinden bringen. Von der Substanz und der elektrischen Isolation der Gefäße oder der Rührstäbe waren sie unabhängig. Diese sämtlichen Beobachtungen finden ihre Erklärung in der Tatsache, daß die *Kristallolumineszenz in allen Fällen auf eine Tribolumineszenz zurückgeführt werden kann*. Diese Tribolumineszenz wird hervorgerufen durch mechanische Bewegungen in der Flüssigkeit selbst, sowie durch Zusammenstoßen und Aufeinanderfallen wachsender Kristalle, wodurch der Parallelismus zur Wachstumsgeschwindigkeit unmittelbar verständlich wird.

Was nun die *Tribolumineszenz* anbelangt, d. h. die Eigenschaft gewisser Stoffe, beim Berühren, Reiben, Zerdrücken oder Zerschneiden aufzuleuchten, so muß dabei zunächst das Zusammenwirken verschiedener Ursachen beachtet werden. Vor allem sind diejenigen Fälle von vorneherein auszuschließen, bei denen die Reibung den Körper zum Glühen erhitzt, mithin eine reine Temperaturstrahlung vorliegt. Die eigentliche Tribolumineszenz kann zunächst durch Erwärmung hervorgerufen werden, falls dabei durch Druck, Bruch oder Reibung ohne vorherige Bestrahlung ein Leuchten auftritt. Dann kann Tribolumineszenz verbunden erscheinen mit der Erzeugung von Reibungselektrizität und piezoelektrischen Entladungen, wobei die Reibung und der Druck die erregenden Ursachen darstellen; endlich mit pyroelektrischen Entladungen, wobei die Erwärmung wiederum Druck und Bruch verursacht. Von ganz besonderem Interesse ist die Erscheinung der temporären Tribolumineszenz, die schon frühzeitig entdeckt wurde, und die darin besteht, daß ein Körper die Fähigkeit zu tribolumineszieren mehr oder weniger kurze Zeit (von einigen Stunden bis zu mehreren Jahren) nach seiner Darstellung von selbst zu verlieren vermag. Unverzüglich nach der Kristallbildung ist dann die Emission am stärksten und nimmt nach einer bisher noch unbekannten Funktion der Zeit ab. Weit aus die größte Mehrzahl der tribolumineszierenden Stoffe gehört dem kristallisierten Zustand an, wobei besonders bemerkenswert ist, daß gerade die Tribolumineszenz kristallisierter Stoffe von Verunreinigungen im allgemeinen nur sehr wenig beeinflusst zu werden scheint. Dagegen haben fremde Beimengungen bei amorphen Substanzen oder mikrokristallinen Schmelzen zumeist einen sehr erheblichen Einfluß auf die Tribolumineszenz. Diese Tatsache macht es sehr wahrscheinlich, daß es sich in den letztgenannten Fällen zum mindesten sehr oft um eine Wärmewirkung beim Reiben handeln wird, wodurch in der oben bereits geschilderten Weise eine in der betreffenden Substanz von früher her aufgespeicherte Erregung zur Verausgabung gebracht wird, mithin keine eigentliche Tribolumineszenz, sondern beispielsweise eine Photolumineszenz vorliegt.

Wenden wir uns nun zu der *theoretischen Deutung der Tribolumineszenzerscheinungen*. Eine frühere Annahme, daß alle tribolumineszierenden Kristalle polare Achsen besitzen, hemimorph oder hemiädrisch seien, und infolgedessen die Tribolumineszenz das Aufleuchten bei einer piezo- oder pyroelektrischen Entladung darstelle, ist dadurch hinfällig geworden, daß man viele tribolumineszierende Kristalle gefunden hat, die keine polaren Achsen besitzen. Sodann hat man

angenommen, daß bei der permanenten Tribolumineszenz durch das Zerdrücken eine kleine Menge einer anderen Modifikation des betreffenden Stoffes entstehe, die sich dann unter Ausdehnung von selbst wieder in die ursprüngliche Form zurück verwandle, wobei dann die Reibung auf elektrischem Wege das Leuchten erzeuge. Für die temporär tribolumineszierenden Kristalle könnte dann angenommen werden, daß sie bei gewöhnlicher Temperatur schon pseudomorph und daher von inneren Spannungen erfüllt seien, die bei der leichten Berührung zur Auslösung gelangten. Wenn auch dadurch der temporäre Charakter dieser Erscheinungen verständlich werden könnte, so muß man dennoch auch diese Annahme als unzureichend bezeichnen, da man vor allen Dingen die folgende experimentell festgestellte Tatsache durch sie nicht erklären kann: Wenn man inaktivierte, tribolumineszent gewesene Kristalle in völlig unverletztem Zustand noch so heftig zerdrückt, so leuchten sie durchaus nicht. Um dieser Schwierigkeit zu entgehen, hat *Trautz* die Vermutung ausgesprochen, daß sich in den Kristallen Stellen verschieden großer elektrolytischer Dissoziation befinden. Die dadurch bedingte ungleiche Ionenverteilung soll Potentialdifferenzen hervorrufen, deren Ausgleich durch elektrische Entladung beim Zerschneiden des Kristalls die Tribolumineszenz darstellt. Aber auch ohne gewaltsamen Eingriff könnte ein allmählicher Ausgleich herbeigeführt werden, indem sich die ungleich verteilten Ionen mit der Zeit gleichmäßig verteilen und zu neutralen Molekülen vereinigen.

Zusammenfassend kann man sagen: sämtliche älteren Versuche, die Tribolumineszenz zu erklären, laufen darauf hinaus, sie als eine elektrische Funkenentladung aufzufassen. Dem steht entgegen, daß sich im allgemeinen recht hohe Potentialdifferenzen bilden müßten, damit es überhaupt zu einer Funkenentladung kommen kann. Die größte Schwierigkeit dabei bietet aber wohl, wie *Imhof*⁶⁾ hervorgehoben hat, die folgende Tatsache.

Die Tribolumineszenzfähigkeit eines Körpers ist im allgemeinen abhängig von seiner Größe. Bezeichnet man mit *Imhof* als Minimalkorn einer tribolumineszierenden Substanz das kleinste Stoffteilchen derselben, dessen Tribolumineszenz eben noch sichtbar ist, so ergibt sich diese Minimalkorngröße z. B. für das Zinksulfid nach den Untersuchungen *Imhofs* zu 0,001—0,003 mm. Es kämen hier also, falls die Tribolumineszenz das Aufleuchten bei einer elektrischen Funkenentladung darstellt, Funken von der Größenordnung 1—0,1 μ in Frage, deren gute Sichtbarkeit recht zweifelhaft erscheinen muß.

Aus diesem Grunde hat *A. Imhof*⁶⁾ im Anschluß an seine vorerwähnten Experimentaluntersuchungen eine wesentlich andere Theorie der Tribolumineszenz aufgestellt. Er hat dabei eine möglichst starke Anlehnung an die von *Lenard* entwickelten Anschauungen über das Wesen der Phosphoreszenz angestrebt; seine Grundgedanken sind die folgenden: Die mechanische Einwirkung hat mit der Erregung in den Zustand erhöhter Energie nichts zu tun, sondern sie wirkt lediglich als Auslösung. Notwendig ist das Auftreten eines Bruches, und dieses ist dann hinreichend, wenn der Bruch plötzlich erfolgt, nicht hinreichend dagegen, wenn er langsam und kontinuierlich erfolgt. Demzufolge muß die in einem Entweichen von Elektronen aus den Metallatomen der kristallisierten Substanz bestehende Erregung nicht das Resultat der mechanischen Einwirkung sein, sondern schon im flüs-

⁶⁾ *A. Imhof*, Phys. Zeitschr. 18, S. 374; 1917.

sigen Zustand der Substanz oder wahrscheinlicher während der Kristallbildung erfolgen. Ein lichtelektrischer Effekt kann dabei nicht vorliegen, da auch unter völligem Lichtabschluß kristallisierte Substanzen eine ungeschwächte Tribolumineszenz zeigen. Die Tatsache der Kristallolumineszenz, die ja als identisch mit der Tribolumineszenz erkannt worden ist, zeigt, daß die Substanz schon sogleich nach der Bildung des Kristalls den erregten Zustand angenommen hat. Die entwichenen Elektronen haften stark an den Metalloidatomen, welche die Ausgangsatome umgeben. Erforderlich ist eine äußerst heftige Erschütterungswirkung, um die Elektronen zur Rückkehr zu veranlassen; und diese Rückkehr ist es, durch welche die Emissionselektronen des betreffenden Metallatoms zu Schwingungen angeregt werden, welche dann als das Tribolumineszenzleuchten wahrgenommen werden. Wie experimentell festgestellt werden konnte, vermögen auch Wärmeschwingungen unter Umständen auslösend zu wirken, so daß also bei höherer Temperatur der erregte Zustand weniger lang erhalten bleibt, als bei tieferer Temperatur.

Während also *Imhof* über den Vorgang der Erregung keine näheren Angaben macht, hat *P. Lenard*⁷⁾ in einer Anmerkung gelegentlich einer anderweitigen Untersuchung ganz kurz darauf hingewiesen, wie sich die Erscheinung der Tribolumineszenz möglicherweise vollständig erklären ließe, wenn man den Einfluß der Molekularkräfte auf die Anordnung der beweglichen Teile der einzelnen Moleküle in einer Flüssigkeit berücksichtigt. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß an der Oberfläche von Flüssigkeiten die in das Innere der Flüssigkeit gerichteten Molekularkräfte größer sind als die nach oben gerichteten. Infolgedessen werden diese Molekularkräfte durch Drehungen oder durch innere Verzerrungen der Moleküle eine derartige Verschiebung der beweglichen Teile der einzelnen Moleküle verursachen, daß dadurch die massiveren Teile der Moleküle dem Innern der Flüssigkeit genähert werden. Diese inneren Massenverschiebungen der an der Oberfläche gelegenen Moleküle müssen bei der elektrischen Konstitution der sie aufbauenden Atome und bei der elektrischen Natur der die Atome im Molekül zusammenhaltenden chemischen Kräfte gleichbedeutend sein mit elektrischen Verschiebungen in Richtung der Oberflächennormalen, d. h. mit der Herstellung einer elektrischen Doppelschicht an der Oberfläche. Nun sind bekanntlich die massiveren Teile der Atome mit ihrer positiven Ladung verknüpft; es wäre also die äußere Belegung der Doppelschicht negativ zu erwarten. Diese Überlegung steht in bester Übereinstimmung mit der Tatsache, daß die bei der Wasserfallelektrizität in die Luft abgehenden Ladungen negativ sind. Wenn man nun bedenkt, daß bei der Kristallbildung aus einer Lösung die an das bereits ausgebildete Kristallstück herangehenden Salzmoleküle ebenfalls in der Richtung zum Kristall hin größeren Molekularkräften unterliegen als in anderen Richtungen, so wird man dazu geführt, auch bei den Kristallen eine infolge ihrer eigenen Kräfte gebildete Orientierung der Moleküle anzunehmen, die mit der Bildung einer elektrischen Doppelschicht verbunden ist. Ein Zerbrechen dieser Kristalle führt in irgend einer Form zu einer in der Luft stattfindenden Entladung, welche dann ihrerseits bewirkt, daß die Lumineszenz der Kristallmoleküle erregt wird und ein momentanes Leuchten stattfindet. Für die Existenz

eines Zusammenhanges der Tribolumineszenz mit den Orientierungskräften im Kristall sprechen vor allem die interessanten Gesetzmäßigkeiten, die namentlich von *A. Andreocci*⁸⁾ zwischen der Tribolumineszenz und dem optischen Drehungsvermögen verschiedener Kristalle aufgefunden worden sind, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll. Ferner tritt die Tribolumineszenz niemals bei Stoffen auf, die gute Leiter der Wärme und der Elektrizität sind; außerdem ist sie zumeist in auffallender Weise von dem Medium abhängig, in dem sich der tribolumineszierende Stoff befindet. Alle diese Umstände sprechen, wie schon *Trautz*⁹⁾ hervorhebt, stark zugunsten elektrostatischer Zusammenhänge. Trifft die von *Lenard* angedeutete Auffassung zu, so müssen sämtliche tribolumineszierenden Substanzen unter der Einwirkung ultraviolettten Lichtes oder langsamer Kathodenstrahlen zur Lumineszenz gebracht werden können. Soweit ich bisher feststellen konnte, ist das in der Tat der Fall. Eine Entscheidung zwischen der Lenardschen und der Imhofschen Theorie können, wie ich zeigte¹⁰⁾, die Versuche herbeiführen, die namentlich von *Imhof* über den Einfluß der Temperatur auf die Tribolumineszenz angestellt worden sind. Würde nämlich die Imhofsche Theorie zutreffen, so müßte man erwarten, daß bei Erhöhung der Temperatur zunächst eine Zunahme der Lichtintensität einsetzt, indem durch die erhöhte allgemeine Molekularbewegung die Abgabe der aufgespeicherten Elektronen wesentlich beschleunigt wird. Bei genügender Dauer der Erwärmung müßte auf diese Weise alle aufgespeicherte Erregung zur Verausgabung gelangen, die Tribolumineszenzfähigkeit also verloren gehen, ohne beim Abkühlen wieder erlangt zu werden. Die Erfahrung dagegen lehrt, daß z. B. beim Zinksulfid die Intensität der Tribolumineszenz mit steigender Temperatur abnimmt und beim Abkühlen wieder zunimmt, bis sie ihren ursprünglichen Wert erreicht hat. Nach der Lenardschen Theorie lassen sich diese Erscheinungen ungezwungen erklären. Bei Erhöhung der Temperatur werden infolge der erhöhten Molekularbewegung die elektrischen Doppelschichten gestört; je tiefer die Temperatur ist, desto ausgeprägter sind diese Doppelschichten, desto intensiver erscheint also auch das Leuchten der Tribolumineszenz. Auch die von mir festgestellte Tatsache, daß rotes oder ultrarotes Licht die Tribolumineszenzfähigkeit eines Körpers nicht zu beeinflussen vermögen, steht mit der Imhofschen Theorie im Widerspruch. Denn wie bekannt, wirkt solches Licht stark phosphoreszenzauslöschend; da nun nach *Imhof* die aufgespeicherte Erregung der Tribolumineszenz mit der der Phosphoreszenz identisch sein soll, so bleibt das verschiedene Verhalten der beiden Erscheinungen gegenüber langwelligem Licht unverstänlich.

Zusammenfassend darf man daher sagen, daß die Lenardsche Theorie der Tribolumineszenz den beobachteten Tatsachen am besten gerecht wird. Die Tribolumineszenz wäre also als ein Spezialfall etwa der Photolumineszenz erkannt, und damit die Gesamtheit der Lumineszenzerscheinungen auf ein einheitliches Erklärungssystem gebracht, dessen Grundlage die Lenardsche Elektronentheorie der Phosphoreszenz bildet.

H. Schmidt, Leipzig.

⁸⁾ A. Andreocci, Gazz. chim. 29, I, S. 516; 1899.

⁹⁾ l. c.

¹⁰⁾ H. Schmidt, Phys. Zeitschr. 19; 1918.

⁷⁾ P. Lenard, Sitzungsber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. 1914, Abhandlg. 28, S. 39, Anm. 67.

Besprechungen.

Klassiker der Naturwissenschaft und Technik. Kepler, Johann, Die Zusammenklänge der Welten. Herausgegeben und übersetzt von *Otto J. Bryk*. Jena, Eugen Diederichs, 1918. 368 S. Preis geh. M. 12,— + 20 % Verlagszuschlag.

Was kennt man wohl von *Kepler* im allgemeinen mehr als die 3 Gesetze, die seinen Namen tragen? Vielleicht weiß man noch, daß er auch einmal *Wallenstein* das Horoskop gestellt hat und sucht ihn für die Beschäftigung mit der Sterndeutekunst zu entschuldigen durch die äußere Notlage, in der er gelebt habe. Von seinen Hauptwerken aber sind wohl kaum die Titel, noch viel weniger der Inhalt bekannt. Da muß es denn als ein sehr verdienstvolles Unternehmen angesehen werden, wenn einem größeren Leserkreise eine geschickt getroffene Auswahl der Werke *Keplers* vorgelegt wird, der nicht nur Astronom, Physiker, Mathematiker und Philosoph gewesen ist, sondern auch als ganzer Mensch uns den Zeitgeist um die Wende des 16. Jahrhunderts zu vermitteln vermag.

Die Auswahl bringt, allerdings nicht in der historischen Reihenfolge, das Jugendwerk „*Mysterium Cosmographicum*“ (1596), die streng wissenschaftliche „*Astronomia nova*“ (1609) und die mystischen „*Harmonices Mundi*“ (1618); daneben noch die „*Dissertatio*“ an *Galilei* (1610) und einige Sätze aus der schon früher¹⁾ übersetzten „*Dioptrice*“ (1611). Natürlich mußten auch diese Werke teilweise gekürzt wiedergegeben werden; aber die vom Übersetzer getroffene Auswahl ist im allgemeinen als sehr glücklich zu bezeichnen und überdies sind die fehlenden Abschnitte durch Inhaltsangaben ersetzt, die überall gut den Zusammenhang vermitteln.

Wertvoll zur Einführung in das Lebenswerk *Keplers* ist die Einleitung, in der auf 50 Seiten „Zeitbild, Stand der Wissenschaft; *Joh. Keplers* Leben und Werk“ in einer Weise abgehandelt werden, die des Verfassers tiefes Eindringen in die Probleme und die geistigen Strömungen am Eingange der Neuzeit bekunden²⁾. Es folgt noch eine kurze Selbstschilderung *Keplers* aus einem Briefe und dann zunächst die Übersetzung der „*Harmonices Mundi*“.

In der Vorrede bekennt sich *Kepler* als „Sachwalter des Kopernikus“, und stellt sein Buch kühn allen Gegnern dieser Lehre zur Kritik hin. Das 1., 2. und 3. Buch (nur Inhaltsangaben) bringen die Grundlagen in Form von Untersuchungen über die geometrischen Figuren in der Ebene und im Raum, über Musik und Harmonielehre. Das 4. Buch, das mit nur geringen Auslassungen wiedergegeben ist, zeigt *Kepler* in jener für uns so merkwürdigen, ihm und seiner Zeit aber besonders eigenen Verquickung der Bewegungsverhältnisse am Sternenhimmel mit den musikalischen Harmonien. Es ist überschrieben: „Über den harmonischen Zusammenhang der Gestirneinflüsse; ihre Wirkung auf die Vorgänge im Luftkreise und andere Naturerscheinungen“. Die Gestirne werden durchaus als Lebewesen aufgefaßt (die Erde z. B. mit dem widerspenstigen

Rind oder dem schwerfälligen Elefanten verglichen) und daraus ergibt sich auch *Keplers* Stellung zur Astrologie, die er nur in ihren Auswüchsen verdammt, sonst aber entschieden verteidigt. Im 5. Buche, das unter anderem auch die drei *Keplerschen* Gesetze enthält, werden die Spekulationen noch weiter ausgesponnen und die Bahnelemente auf harmonische Verhältnisse untersucht. Man fühlt sich an die „Sphärenharmonie“ der Griechen erinnert, wenn man von dem vierstimmigen Gesang der sechs Wandelsterne liest, dessen Tatsächlichkeit durch ein reiches Material an Zahlen nachgewiesen wird. Mit einem Abschnitt über die Sonneschließt das Werk, aus dessen Lektüre man den Eindruck mit fortnimmt, daß es geschrieben wurde von einem Menschen, dem sich in überströmendem Glücksgefühl aus einem unendlichen Gewirr von Zahlen das Weltganze herauschälte als ein musikalisches Kunstwerk von vollendeter Harmonie.

Als zweites Werk folgt das „*Mysterium Cosmographicum*“ — „Schöpfungsgeheimnisse in Weltentiefen“ übersetzt *Bryk* —. Auch hier wieder zum Eingang eine beredte Verteidigung der Lehren des *Kopernikus* und dann noch eine tief sinnige Untersuchung über die Metaphysik der Mathematik. Dann tauchen die „fünf regelmäßigen Körper“ auf, die man auf alten Holzschnitten (z. B. *Dürers* „*Melancholia*“) so oft sieht. Auch sie müssen, bei der allgemeinen Harmonie der Welt, natürlich im Zusammenhange mit den Planetenbahnen stehen und *Kepler* wendet all seinen Scharfsinn auf, um ihre gegenseitigen Beziehungen und ihre Stellungen innerhalb des Planetensystems zu ergründen. Im 12. Abschnitt (die einzelnen Abschnitte sind zum Teil nur auszugsweise mitgeteilt) ist dann auch die Zeichnung eines Modells enthalten, die *Kepler* der Originalausgabe zur Veranschaulichung seiner Vorstellungen beigegeben hat.

An dritter Stelle findet man die „*Astronomia nova*“ oder „Eine neue auf wahre Ursachen gegründete Sternkunde oder Naturlehre des Himmels aus Denkschriften über die Bewegung des Marsgestirnes abgeleitet“. Dieses Werk enthält das eigentlich wissenschaftliche Vermächtnis *Keplers* an die Nachwelt und ist nur möglich gewesen auf der Grundlage der zahlreichen und für ihre Zeit überaus genauen Beobachtungen des Mars von Tycho Brahe. An den durch die Beobachtungen unzweifelhaft sichergestellten Ungleichheiten in der Bewegung des Mars konnte *Kepler* die Unhaltbarkeit der ptolemäischen Weltanschauung überzeugend darlegen, was zunächst im ersten und zweiten Teil geschieht. Der dritte Teil geht den Kräften nach, welche die Bewegung der Planeten bewirken und sieht ihren Sitz teils in der Sonne, teils in den Planeten selbst, zeigt auch, daß die Kraft mit der Entfernung von der Kraftquelle abnimmt. Im vierten Teile endlich gibt *Kepler* die vollständige Synthese: Die Bahn des Mars ist kein Kreis, sondern eine „vollkommene Ellipse“.

Die „*Auseinandersetzung mit dem Sternherold*“ des *Galilei* ist mit Recht unverkürzt aufgenommen; zeichnet sie doch ein so plastisches Bild dieses einzigartigen Mannes. Die fast kindliche Begeisterung über die von *Galilei* gemeldete Entdeckung von vier Jupitermonden und zugleich die neidlose Anerkennung fremden Verdienstes; das kühne Voraussehen künftiger Entdeckungen und das zielbewußte Arbeiten auf ihre Verwirklichung hin; das unbekümmerte Spiel der Phantasie und doch wieder das stete Zurückkehren zu dem unerläßlichen Fundamente der Beobachtungen: das ist

¹⁾ *H. Plehn: Keplers Dioptrik (Ostwalds Klassiker Nr. 144, 1904).*

²⁾ Es möge an dieser Stelle noch auf ein Buch aufmerksam gemacht werden, das mir wie kaum ein zweites geeignet erscheint zur Einführung in die Weltanschauung des 16. Jahrhunderts: *Troels-Lund. Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten.* Teubner, Leipzig.

der große Naturforscher der angehenden Neuzeit, der noch bei den Mystikern in die Lehre gegangen ist.

Man darf dem trefflichen Buche wohl allgemeine Verbreitung wünschen. Nur fürchte ich, wird eines ihm zum Schaden gereichen: das sind die Vergewaltigungen der deutschen Sprache, die sich der Übersetzer gestattet. Der Kampf gegen die Fremdwörter ist nur gutzuheißen; aber es bedarf denn doch der Vorsicht, wenn es sich um die Verdeutschung fachwissenschaftlicher Ausdrücke handelt, insonderheit bei einem Buche, das sich an einen größeren Leserkreis wendet. Der Fachmann wird vielleicht noch am ehesten erraten, daß mit „Jupiterumwandlern“ die Monde des Jupiter, mit „Irrsternen“ die Kometen gemeint sind; dem Laien wird das schwerer fallen. „Irrational“ aber mit „unaussprechlich“ zu übersetzen, ist doch wohl verfehlt und den Sinn der Wortbildung „Gestirnung“ vermochte ich erst aus dem Zusammenhange an mehreren Stellen als „Konstellation“ zu erraten. Und dann soll man auch konsequent sein. Wenn man schon „Harmonie“ mit „Zusammenklang“ übersetzt, muß man das überall tun, und wenn man Wortbildungen wie „Beobachtungsmittel“, „wirkungsvoll“, „Erfahrungsbereich“ schön findet (wenn man das zuerst liest, möchte man an Druckfehler glauben), dann darf man nicht an anderer Stelle von „Wirkungsgesetz“, „Erfindungsgeschichte“ sprechen oder gar in einem Atem schreiben „Einfall- und Brechungswinkel“.

Es handelt sich hier um rein formale Ausstellungen, die aber um des vortrefflichen *Inhaltes* des Buches willen um so mehr zu bedauern sind.

Hans Kienle, München.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements.

Einer freundlichen Aufforderung der Redaktion der „Naturwissenschaften“, mich zu dem Aufsatz von Dr. H. Remy „Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements“ zu äußern, Folge leistend, möchte ich bemerken, daß sich mir der Autor über die experimentellen Schwierigkeiten und Unmöglichkeiten der Isotopentrennung etwas zu leicht hinwegzusetzen scheint. Es ist nicht zu treffend, daß wir „mit Bestimmtheit sagen können, daß jedes Isotopengemisch zerlegt werden kann“, denn es gibt bekanntlich auch Isotope von gleichem Atomgewicht, bei denen die auf die Massenverschiedenheit gegründeten Verfahren versagen müssen und wir nicht einmal theoretisch ein Mittel zur Trennung angeben können. Aber auch beim Vorhandensein von Differenzen im Atomgewicht liegt es nicht, wie man nach der Darstellung von Dr. Remy vermuten könnte, bloß am Konservatismus der Chemiker, daß diese Methoden „bis jetzt noch kaum benutzt sind“; einer Empfehlung, auch hier wie in andern Fällen jene Verfahren zu wählen, die „als die einfachsten und brauchbarsten erscheinen“, bedarf es weniger, als des Beweises, daß die in Betracht kommenden Methoden, wenn schon nicht einfach, so doch wenigstens brauchbar sind. Die bisher in dieser Richtung angestellten Versuche sind fehlgeschlagen und es ist auch bei optimistischer Auffassung kaum zu erwarten, daß „jedes Isotopengemisch“ zerlegt werden kann. Schon der Zerfall setzt bei vielen Radioelementen der Anwendung langwieriger Fraktionierungsverfahren eine unübersteigliche Schranke; bei einzelnen besonders günstig liegenden Fällen wird es wohl einmal möglich sein, eine wirkliche Trennung zu erzielen, bei weitaus den meisten, namentlich Iso-

topen von hohem Atomgewicht bei geringen Atomgewichtsdifferenzen, wird es schon als ein Erfolg gelten müssen, nur eine überhaupt nachweisbare Verschiebung des Konzentrationsverhältnisses zu bewirken.

Darin bin ich mit Dr. Remy ganz gleicher Ansicht, daß eine Definition des chemischen Elements sich auf die Unzerlegbarkeit, nicht — wie K. Fajans vorschlägt — auf die Unzerlegtheit stützen muß. Dies wurde bereits von Otto Stern auf der letzten Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft hervorgehoben¹⁾. Wenn Fajans trotz der starken entgegenstehenden Bedenken die auch von Dr. Remy als unzulässig bezeichnete Formulierung wählte, und sich mit irgend einem beliebigen Beweis der Gemischnatur begnügte, so liegt der Grund eben in der Erkenntnis, daß auch in vielen Fällen, wo die Gemischnatur sicher ist, Zerlegungsversuche versagen werden. Ich halte den Wunsch von Dr. Remy, „die analytische Zerlegung als entscheidende Prüfungsmethode“ für die chemischen Elemente beizubehalten und sich nicht „mit indirekten Methoden zu begnügen“, für sehr berechtigt; gerade aus diesem Grunde wählte ich die Elementardefinition so, daß bei der „Elementaranalyse“ nicht die Feststellung der einzelnen Isotope verlangt wird. Wenn man aber anderseits doch diese Forderung aufstellt, darf man nicht, wie Dr. Remy, gleichzeitig eine Entscheidung durch Zerlegung verlangen, ob ein Gemisch von Isotopen vorliegt oder nicht. Man muß zwischen den beiden Standpunkten wählen.

Dr. Remy bemängelt es, daß ich Stoffe, die allen chemischen Zerlegungsversuchen widerstehen, als chemische Elemente bezeichne, da es „keine allgemein gültige Grenze zwischen chemischen und rein physikalischen Vorgängen“ gäbe und — wie er an einer anderen Stelle bemerkt — es „noch niemandem in den Sinn gekommen sei, die Wahl der Zerlegungsmethoden irgendwie beschränken zu wollen“. Was den ersten Einwand betrifft, so ist es gewiß richtig, daß es Übergänge zwischen chemischen und andern (mechanischen und physikalischen) Trennungsverfahren gibt, nicht minder richtig ist es aber, daß in den uns hier interessierenden Fällen ein solcher Zweifel nicht bestehen kann, da die Methoden, die zur Isotopentrennung Erfolg versprechen und die sich sämtlich auf die Verschiedenheit der Masse gründen, auch bei weitester Fassung des Begriffs der chemischen Zerlegung typisch unchemische sind. Daß auch Forscher, deren Streben nach „wissenschaftlicher Exaktheit“ keinem Zweifel unterliegen kann, es für möglich gehalten haben, zwischen mechanischen, physikalischen und chemischen Trennungsverfahren zu unterscheiden, dafür ist van't Hoff ein Beispiel. Ich verweise auf seine „Chemischen Grundlehren“, wo man die zur Isotopentrennung empfohlenen Verfahren des Zentrifugierens und Schlammens sogar ausdrücklich unter den typisch mechanischen aufgezählt findet²⁾.

Was den zweiten Einwand anlangt, so ist es mir deshalb in den Sinn gekommen, die Zerlegungsmethoden zu beschränken, weil wir dadurch zu einer auch aus andern Gründen empfehlenswerten Systematik der che-

¹⁾ Vgl. die sich an den Vortrag von K. Fajans anschließende Diskussion (Zeitschr. f. Elektrochem. 1918).

²⁾ Bezüglich des Schlammens möchte ich dies besonders betonen, da unlängst überraschender Weise versucht worden ist, in der theoretischen Möglichkeit einer Zerlegung durch Schlammens einen Gegenbeweis gegen meine Behauptung zu finden, daß Isotope durch kein chemisches Verfahren zu trennen sind. (S. Jahrb. d. Rad. u. Elektr. 15, 101 (1918).)

mischen Elemente gelangen. Die gezogene Grenze ist nicht willkürlich, sondern gibt dem Chemiker die Möglichkeit, die Stoffe ebenso zu ordnen, wie es auf Grund der Kernladungszahl und im Einklang mit dem Licht- und Röntgenspektrum geschehen würde. Ich habe in meiner Arbeit erwähnt, daß eine in rein logischer Hinsicht vorzuziehende *theoretische* Definition folgende ist: *Ein Element ist ein Stoff, dessen sämtliche Atome gleiche Kernladung haben.* Was mich veranlaßte, trotzdem „für die praktischen Zwecke des Chemikers“ die auf die chemische Unzerlegbarkeit gegründete *empirische* mehr zu empfehlen, war die Erwägung, daß eine direkte Prüfung auf Einheitlichkeit der Kernladung gegenwärtig noch recht umständlich und nicht bei allen Elementen ausführbar ist. Immerhin sind diese Versuche schon in einem viel weiter fortgeschrittenen Stadium als die bisher nur auf dem Papier ausgeführten Isotopentrennungen, schon *Moseley* hat ja gezeigt, wie bei gleichzeitigem Vorhandensein von Elementen mit verschiedener Kernladung ihre charakteristischen Röntgenlinien nebeneinander zur Geltung kommen. Wenn man sich darum, wie es in besonders hohem Maße *Dr. Remy* tut, in der Wahl eines Kriteriums der Elementnatur nicht von der Rücksicht auf experimentelle Schwierigkeiten beeinflussen läßt, so kann man ohne Änderung des prinzipiellen Standpunkts diese zweite Definition wählen. Ich halte die erste, sich auf die chemische Unzerlegbarkeit stützende, auch heute noch trotz der inzwischen erreichten Fortschritte in der Röntgenspektrogrammetrie für zweckmäßiger und für praktisch genügend scharf; bei der Beurteilung ihrer Berechtigung ist es freilich wichtig, sich zu vergegenwärtigen, daß die chemische Untrennbarkeit der Isotope nicht nur experimentell erprobt, sondern auch bereits so weit theoretisch erklärt und begründet ist, daß wir in dieser Grenze mehr als eine willkürliche Festsetzung erblicken dürfen¹⁾.

Die Bedenken, die ich seinerzeit gegen die Betrachtung von Isotopen als verschiedener Elemente geltend gemacht habe (hauptsächlich, daß wir dann kein experimentell feststellbares Kriterium dafür besitzen, ob ein Stoff ein Element oder ein Gemisch ist), bestehen also wohl noch völlig zu recht²⁾. Ob man dennoch diese Bezeichnungsweise wählen oder es vorziehen wird, Isotope als verschiedene Arten desselben Elements anzusehen, bleibt natürlich im letzten Grunde Geschmackssache. Darüber zu diskutieren hat keinen Zweck, man kann nicht mehr tun, als die Tatsachen ohne Übertreibung, aber auch ohne Verkleinerung der Schwierigkeiten darzulegen und auf die Änderungen hinzuweisen, die nach Entdeckung der Isotopie jede Festsetzung der Elementdefinition in unsern bisherigen Vorstellungen

¹⁾ Bei der Definition eines Elements als eines Stoffes, der durch kein chemisches Verfahren zerlegt werden kann, ist stillschweigend vorausgesetzt, daß der betreffende Stoff überhaupt chemischer Reaktionen fähig ist; bei den Edelgasen versagt natürlich dieses Kriterium. Da unter den von *Dr. Remy* und andern gegen meine erste Definition erhobenen Einwänden dieser nicht gemacht worden ist, nehme ich an, daß die Ausschließung des Sonderfalls chemisch reaktionsloser Stoffe selbstverständlich genug ist, um nicht eigens in der Definition erwähnt werden zu müssen. Hier muß die zweite Definition herangezogen werden, die über die Zählung von Edelgasen mit verschiedenen Spektren als verschiedene Elemente keinen Zweifel läßt.

²⁾ Bezüglich der näheren Begründung verweise ich auf meine Ausführungen in der Zeitschr. f. phys. Chem. 91, 171 (1916).

von den chemischen Elementen in der einen oder andern Beziehung notwendig zur Folge hat. Manche werden es dann für zweckmäßig halten, mit *Dr. Remy* von einem „periodischen System der Stofftypen“ und als Resultat der chemischen Analyse von den „als stofftypisch erkannten Substanzen“ zu reden; sie bleiben darin im Rahmen der alten Vorstellungen, daß jedes „Element“ ein bestimmtes Atomgewicht besitzt. Andere werden ungern auf das „periodische System der Elemente“ verzichten, und es für richtiger halten, Isotope nur als chemisch nicht mehr unterscheidbare Unterarten dieser uns seit langem als Elemente vertrauten Typen zu bezeichnen; sie werden nur bei einem „Reinelement“ ein bestimmtes Atomgewicht angeben, dagegen bei einem „Mischelement“ von einem Verbindungsgewicht sprechen, das zwischen gewissen Grenzen schwanken kann¹⁾. Auch den Anhängern der letzteren Bezeichnungsweise sollte aber nicht imputiert werden, daß sie nur deswegen von den verschiedenen Atomgewichten sprechen, die ein Element haben kann, um die neuen Erfahrungen „möglichst eklatant“ zum Ausdruck zu bringen; hat doch z. B. auch die internationale Atomgewichtskommission²⁾ sich dieser Wendung bedient, der man ein Streben nach „möglichst eklatanter“ Ausdrucksweise kaum zum Vorwurf machen kann.

Zum Schluß noch eine kurze Bemerkung zur Geschichte der Elementdefinition. Wer die Schriften *Boyles* kennt, wird nicht davon sprechen, daß „der Begriff des chemischen Elements von *Boyle* in vorbildlicher Weise naturwissenschaftlich exakt definiert worden ist“. Man kann seinem Stil viele Vorzüge, namentlich sehr hohe literarische Qualitäten, nachrühmen, aber gerade die naturwissenschaftliche Exaktheit geht ihm ab. Der „Wortlaut der *Boyleschen* Definition“, aus dem *Dr. Remy* auch Schlüsse zu ziehen sucht, stammt nicht von *Boyle*, sondern ist erst in viel späterer Zeit, erst nach *Lavoisier*, in chemischen Lehrbüchern üblich geworden; er entspricht dem Sinn nach dem, was *Boyle* an verschiedenen Stellen durch recht wortreiche Erklärungen mehr zu erläutern als zu definieren sich bemühte.

Wien, den 25. September 1918.

Dr. Fritz Paneth.

Chemische Mitteilungen.

Elektrolyseure zur Herstellung von unterchlorigsaurem Natrium für Wasserwerke, Abwasser- und Desinfektionsbetriebe. An Stelle der ziemlich verbreiteten Wassersterilisation mittels Chlorkalks empfiehlt *Dr. G. Erlwein* im Journal f. Gasbelchtg. u. Wasserversorg., Bd. 59, S. 537–540, die Anwendung von Natriumhypochloritlösung, die sich jedes Wasserwerk durch Elektrolyse einer Kochsalzlösung im eigenen Betriebe herstellen kann. Derartige Elektrolyseure sind in der chemischen Industrie schon seit längerer Zeit in Benutzung und haben sich hier bestens bewährt; sie werden sowohl von der Firma *Siemens & Halske*, als auch von den *Siemens-Schuckert-Werken* gebaut. Die S. & H.-Type ist mit horizontalen Elektroden aus Platinnetz ausgerüstet, die übereinander angeordnet und bipolar geschaltet sind. Die einzelnen Zellen sind in einem Sandsteingefäß treppenförmig übereinander angebracht und werden von der Kochsalzlösung im Schlangenweg durchflossen; die aus den Zellen aus-

¹⁾ Vgl. meine Notiz über Aufstellung einer „Elementtabelle und Atomtabelle“ in der Zeitschr. f. phys. Chem. 92, 677 (1918).

²⁾ Zeitschr. f. Elektr. 23, 25 (1917).

tretende, gebrauchsfertige Hypochloritlösung wird in besonderen Kühlgefäßen mit Wasser gekühlt. — Bei den Siemens-Schuckert-Apparaten bestehen dagegen nur die Anoden aus Platin und die Kathoden aus Kohleplatten. Die Elektroden sind hier vertikal angeordnet, ihre Schaltung ist ebenfalls bipolar. Der Elektrolyseur besteht gewöhnlich aus zwei Steinzeugwannen, die mehrere Einzelzellen enthalten. Die Kühlung des Elektrolyten erfolgt hier im Bade selbst mittels Kühlzellen, die zwischen den einzelnen Zersetzungszellen liegen. Die beiden Apparatypen sind für Gleichstrom von 110 Volt bestimmt, als Elektrolyt dient bei der ersten Type eine 15-prozentige, bei der zweiten eine 11-prozentige Kochsalzlösung; die abfließende Hypochloritlösung enthält 20 bzw. 18 g aktives Chlor im Liter. Zur Erzeugung von 1 kg aktivem Chlor in Form von Natriumhypochlorit sind im einen Falle 6, im anderen 7,4 kWSt sowie 7,6 bzw. 6,2 kg Kochsalz erforderlich. Der Preis der Hypochloritlauge ist somit in der Hauptsache von den Kosten für Strom und Salz abhängig. Die Apparate werden für Leistungen von 0,29—2,29 kg aktivem Chlor stündlich gebaut und sind somit auch zur Desinfektion recht beträchtlicher Wassermengen verwendbar, da man in der Regel auf 1 cbm Wasser nur 1 g aktives Chlor rechnet.

Über die Synthese von Zyaniden im elektrischen Druckofen. Das Problem, aus Alkali- und Erdalkalioxyden oder -Karbonaten, Kohle und Stickstoff direkt zu Zyaniden zu gelangen, ist bereits häufig Gegenstand von Untersuchungen gewesen, namentlich hat sich *Hempel* in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts mit dieser Frage beschäftigt und gezeigt, daß es durch Druckerhöhung möglich ist, die Ausbeute an Zyanid merklich zu steigern, wenn schon die absoluten Ausbeuten noch so niedrig waren, daß an eine technische Verwertung des Verfahrens nicht zu denken war. In jüngster Zeit hat nun *A. Stähler* von neuem diese Reaktion bearbeitet, und zwar unter Anwendung erheblich höherer Temperaturen und Drücke. Ebenso wie ihm früher durch Zusammenschmelzen von Boroxyd und Kohle im Stickstoffstrom die Darstellung von Bornitrid in guter Ausbeute gelang, so versuchte er nun unter Benutzung des nämlichen elektrischen Druckofens die Gewinnung von Zyaniden. Es wurden zunächst Gemische von Alkalikarbonaten mit der berechneten Kohlenmenge auf verschieden hohe Temperaturen bei wechselndem Stickstoffdruck erhitzt, wobei sich zeigte, daß bei 1 Atm. Druck nur ganz geringe Mengen Zyanid, oft sogar nur Spuren entstehen, daß dagegen bei etwa 60 Atm. Überdruck bis zu 74 % Alkali-zyanid gebildet werden und daß von dem angewandten Alkalikarbonat mehr als 95 % in Zyanid verwandelt würden. In gleicher Weise gelang die bisher noch nicht beschriebene Darstellung von Lithiumzyanid mit einer auf das vorhandene Lithium berechneten Ausbeute von 80 % Zyanid. Besonders bemerkenswert sind die Ergebnisse, die bei der Bildung des Bariumzyanids erhalten wurden. Während bei gewöhnlichem Druck aus Bariumoxyd, Kohle und Stickstoff vorwiegend Bariumzyanamid und nur sehr wenig Zyanid entsteht, wurde bei den hier angewandten hohen Drücken nur Bariumzyanid gebildet, und zwar enthielt das Endprodukt 74 % Zyanid, was einer auf das vorhandene Barium berechneten Ausbeute von über 80 % entsprach. Die Bildung von Magnesium- und Berylliumzyanid war dagegen auf diesem Wege nicht möglich. (Ber. Dt. Chem. Ges., Bd. 49, S. 2292—2294.)

Nichtstäubender Kalkstickstoff. Eine recht unangenehme Eigenschaft des Kalkstickstoffs ist sein star-

kes Stäuben beim Ausstreuen. Man hat daher schon zahlreiche Versuche unternommen, die Streufähigkeit des Kalkstickstoffs zu verbessern. Vor dem Kriege wandte man meist einen Zusatz von Mineralöl an, wodurch es in der Tat gelang, das Stäuben stark zu vermindern. Die Knappheit an Mineralöl zwang indessen auch hier nach einem Ersatzstoff Umschau zu halten. Versuche, die die Landwirtschaftliche Versuchstation zu Danzig angestellt hat, ergaben, daß durch Vermengen des Kalkstickstoffs mit zirka 15 % Teer ein gut streufähiges Pulver erhalten wird, das sich auch längere Zeit lagern läßt, ohne sich zu verändern. Hinsichtlich seiner mechanischen Beschaffenheit ähnelt das Pulver trockenem Superphosphat. Die Kosten des Teerzusatzes sind recht gering und belaufen sich auf etwa 80 Pfg. für den Doppelzentner Kalkstickstoff. Der Stickstoffgehalt wird infolge des Teerzusatzes um etwa 2,5 % vermindert. Durch Düngungsversuche wurde der Beweis erbracht, daß der Wirkungswert des Kalkstickstoffs durch den Teerzusatz nicht beeinträchtigt wird. Bei einem Gefäßdüngungsversuch mit Hafer lieferten, wie die Österreich. Chemiker-Zeitung, Bd. XX, S. 183, berichtet, die mit rohem Kalkstickstoff beschickten Töpfe durchschnittlich 12,5 g Körner und 24,2 g Stroh, während Kalkstickstoff, der mit 10 % Teer versetzt war, 12,5 bzw. 21,6 g ergab; der Unterschied ist also sehr gering. Bei Anwendung von schwefelsaurem Ammoniak wurden 12,2 g Körner und 24,3 g Stroh erhalten, während ohne jede Düngung der Ertrag sich auf nur 7,1 bzw. 13,0 g belief. Auch durch Feldversuche auf einem Gute wurde nachgewiesen, daß die Wirkung des mit Steinkohlenteer behandelten Kalkstickstoffs in keiner Weise der des rohen Kalkstickstoffes nachstand. Die gute Streufähigkeit bleibt auch nach längerer Aufbewahrung erhalten, während mit Mineralöl behandelter Kalkstickstoff nach einiger Zeit wieder stäubend wird.

Korkersatz aus Azetylen. Bei der Eipwirkung von Azetylen auf Kupfer, Nickel oder deren Oxyde bei einer Temperatur von 200—250° erhält man nach den Untersuchungen von *Erdmann* und *Köthner*, von *Sabatier* und *Senderens* und anderen Forschern eine eigenartige hellbraune Masse, die anscheinend ein Kohlenwasserstoff ist und den Namen „Cupren“ erhielt. Während man unter gewöhnlichem Druck nun kein gleichmäßiges Erzeugnis erhält, erzielt man bei Anwendung eines konstanten Druckes von 15 cm Quecksilbersäule eine zusammenhängende, elastische und sehr leichte Masse, die gleichmäßig braun gefärbt ist und sich vorzüglich als Korkersatz eignet. Zur Herstellung dieser Masse benutzt man zweckmäßig einen hohlen, gut verschließbaren Metallzylinder aus irgend einem Metall mit Ausnahme von Kupfer oder Nickel, auf dessen Innenwand mittels einer Paraffinschicht feines Pulver von Kupfer, Nickel oder den Oxyden der beiden Metalle aufgetragen wird. Die Metalltrommel wird im Luftbade auf etwa 230° erhitzt und hierauf unter 15 cm Quecksilberdruck Azetylen hindurchgeleitet, wobei man für gleichbleibenden Druck im Innern der Trommel sorgt und diese beständig umdreht. Sie füllt sich unter diesen Umständen vollständig mit einer hellbraunen Masse, die man mit dem Messer schneiden und in jede beliebige Form bringen kann. Ihre Brennbarkeit kann durch Erhitzen im Luftstrom wesentlich vermindert werden. Die Masse eignet sich zur Herstellung von Schwimmanzügen, Rettungsringen, Schalldämpfern, ferner als Füllstoff für Fahrrad- und Automobilreifen sowie als Wärmeschutzmittel.

A. Sander, Darmstadt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 45.

8. November 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Wundverlaufs- und Wundbehandlung speziell bei
Kriegsverletzungen. Von *Dr. Th. Naegeli*,
Bonn. S. 649.

Die nichteuklidischen Geometrien und das Raum-
problem. Von *Dr. Hilda Geiringer*, *z. Zt. Berlin*.
(Schluß.) S. 653.

Besprechungen:

Braun-Blanquet, Jos., Eine pflanzengeographische
Exkursion durchs Unterengadin und in den
schweizerischen Nationalpark, und Bähr, Joh.,
Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton
Tessin). Von *L. Diels*, *Berlin-Dahlem*. S. 658.

Hofmann, Karl A., Lehrbuch der anorganischen
Experimentalchemie. Von *R. J. Meyer*,
Berlin. S. 658.

Förster, Hans, Bäume in Berg und Mark sowie
einigen angrenzenden Landesteilen im Arbeits-
gebiet des Bergischen Komitees für Natur-
denkmalpflege. Von *E. Küster*, *Bonn*. S. 659.
Jaeger, F. M., Lectures on the principle of
symmetry and its applications in all natural
sciences. Von *A. Johnsen*, *Kiel*. S. 660.

Biologische Mitteilungen:

Die Wirkung der Versalzung der Gewässer auf
ihre Fauna. Moderne Fragen der Elektrotherapie.
S. 661—663.

Astronomische Mitteilungen:

Die Anziehung eines unendlichen Sternsystems
Kinetische Gastheorie und Fixsternsystem
S. 663—664.

Elektrische Heizkissen

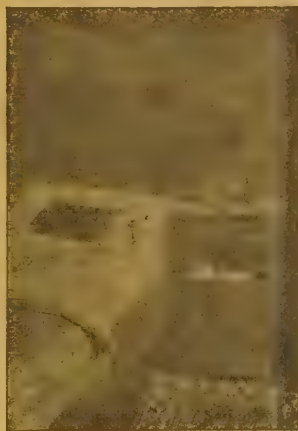
Type H

heilen durch dauernde Wärme

Drei Wärmegrade

Kein Zuheisswerden

Winziger Stromverbrauch



Sorgsame Herstellung

der

Fabrik Dr. Heilbrun

Berlin-Nowawes

Zu kaufen in jedem guten elektrischen und ärztlichen Geschäft

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 8 15 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 8050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Ärztliche Behelfstechnik

Bearbeitet von

Th. Fürst-München, R. Hesse-Graz, H. Hübner-Elberfeld, O. Mayer-Wien,
B. Mayrhofer-Innsbruck, K. Potpeschnigg-Graz, G. von Saar-Innsbruck,
H. Spitzzy-Wien, M. Stolz-Graz, R. von den Velden-Düsseldorf

Herausgegeben von

Dr. Günther Freiherr von Saar

Privatdozent für Chirurgie in Innsbruck

Mit 402 Textabbildungen — Preis M. 24.—; gebunden M. 26.80

Außerdem wurde eine Feldpost-Ausgabe in 3 Teilen hergestellt. Preis M. 26.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Arztwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

8. November 1918.

Heft 45.

Wundverlauf und Wundbehandlung speziell bei Kriegsverletzungen.

Von Dr. Th. Naegeli,

Assistenzarzt der chirurgischen Universitäts-Klinik Bonn.

Eine jede sachgemäße Wundbehandlung setzt die genaue Kenntnis der normalen Vorgänge sowie der Störungen der Wundheilung voraus. Wieviel von der richtigen ersten Beurteilung und entsprechenden Versorgung einer Wunde abhängt, hat uns von neuem dieser Krieg gezeigt, wo die primäre gut ausgeführte Wundrevision und -behandlung für das Schicksal von Tausenden entscheidend war. Einige allgemeine Bemerkungen und Definitionen seien erst vorausgeschickt.

Nicht jede Verletzung führt streng genommen zu einer Wunde. Unter einer solchen verstehen wir im allgemeinen nur eine *traumatische Verletzung, die mit einer Durchtrennung der äußeren Decken—Haut oder Schleimhaut—verbunden ist.* (Marchand.) Da es sich in der Regel um gefäßhaltige Teile handelt, so erfolgt dabei meist eine Blutung. Alle übrigen Kontinuitätstrennungen von Weichteilen, Knochen usw. werden nicht als Wunden bezeichnet (Knochenbruch, Lungen-, Leberrupturen, Geschwüre usw.). *Einfache Wunden* sind frische scharfrandige Durchtrennungen von Haut- und Unterhautzellgewebe ohne nachweisbare Verunreinigungen, während alle mit Verletzungen der tiefer gelegenen Teile und größeren Oberflächen, Gefäßen, Nerven, sowie Substanzverlusten verbundene zu den *komplizierten* gehören. Die Bezeichnung nach ihrer Entstehung ist nach Marchand empfehlenswerter: Hieb-, Schnitt-, Stich-, Schuß-, Riß-, Quetschwunde usw.

Unter *Heilung* einer Wunde verstehen wir die dauernde Wiedervereinigung der getrennten Teile, im besten Fall mit *Wiederherstellung des früheren Zustandes* (Restitutio ad integrum). Da stets infolge der Verwundung Gewebsteile zugrunde gehen, kann eine Heilung nur durch einen *Ersatz, eine Neubildung* an Stelle des zerstörten Gewebes zustande kommen.

Der *Verlauf* der Heilung gestaltet sich natürlich verschieden, je nach der *Natur des verletzten Gewebes*, der *Art der Verletzung*, dem *Verhalten der getrennten Teile* zu einander sowie *nachträglichen Einwirkungen* auf die Wunde. Vollwertiger Ersatz, d. h. vollständig gleichwertige Neubildung kommt nur selten zustande. Das Gewebe, das unter günstigsten Voraussetzungen die Vereinigung herbeiführt, entspricht meist nicht genau

dem ursprünglichen und bleibt lange Zeit oder dauernd als *Narbe* erkennbar.

In all den Fällen, wo die Wundränder durch größere Zwischenräume, durch Auseinanderklaffen, durch abgestorbenes Gewebe, geronnenes Blut und dergl. getrennt werden, kann die Heilung erst nach allmählicher Ausfüllung durch neugebildetes Gewebe und nach Beseitigung der „Fremdkörper“ erfolgen. Heilung solcher Wunden ist stets unvollkommen. An Stelle des Zerstörten tritt minderwertiger Ersatz durch sog. *Narben- oder Granulations-Gewebe*. Die Verbindung wird dadurch wiederhergestellt, der Defekt ausgefüllt, die ehemaligen Bestandteile aber weder anatomisch noch funktionell ersetzt. Zwischen den Extremen vollständiger Wiederherstellung und grober Narbenbildung gibt es alle denkbaren Übergänge. Sind größere Körperabschnitte, ganze Extremitäten in Wegfall gekommen, so versagt die Regenerationskraft, es findet beim Menschen kein Ersatz statt. Bei niederen Tieren (Amphibien) sowie im Embryonalstadium ist die Regenerationsfähigkeit eine viel größere.

Auf die feinen histologischen Vorgänge im einzelnen einzugehen, würde zu weit führen. Stets handelt es sich dabei um Neubildungsprozesse der Art, daß diese an das *lebende Zellprotoplasma* einzelner Zellen, bzw. an noch erhalten gebliebene Reste kernhaltigen Protoplasmas gebunden werden.

Dabei gilt als allgemein gültiges Gesetz, daß Neubildung eines Gewebes stets nur von dem Gewebe der gleichen Art ausgeht. Selbst bei der kleinsten Wunde kommt es also nicht zu einer direkten Verbindung der durchtrennten Teile, die ja meist so geschädigt sind, daß sie absterben. Die Neubildung, die zum Ersatz führt, ist nur so geringfügig, daß sie bei gewöhnlicher Betrachtung ganz zurücktritt. Marchand gebührt das Verdienst, uns in seinem ausgezeichneten Werke über Wundheilung genauer über die einzelnen Vorgänge unterrichtet zu haben.

Praktisch wichtig ist die Unterscheidung zwischen *primärer, direkter* und *sekundärer oder indirekter Heilung*. Nach Marchand tritt erstere auf als Heilung durch einfache Epithelregeneration bei Kontinuitätstrennungen oder Defekten der Deckepithele, als Heilung durch direkte Vereinigung von Wunden ohne Substanzverlust, endlich als Heilung unter dem Schorf (primärer Schorf). Diese direkten Heilungsarten, besonders die direkte Vereinigung (Operationswunden) werden als *Heilung per primam intentionem* bezeichnet. Die Sekundärheilung spielt sich an offenen Wunden, an größeren Defekten auch ev. unter

dem Schorf (sekundärer Schorf) ab. Meist geht sie mit Eiterung einher und wird *Heilung per secundam intentionem* genannt.

Bei der *primären Wundheilung* kommt es infolge Ausschwitzens eines Wundsekretes zur Bildung einer dünnen Fibrinschicht, die die Wundränder miteinander verklebt. Im Anschluß daran spielen sich all die Vorgänge entzündlicher und regenerativer Art ab, die zur definitiven Vereinigung und zum Ersatz des Defektes führen. Die Vorgänge bei der *sekundären Heilung*, die wir z. T. makroskopisch verfolgen können, sind die nämlichen, aber erheblich gesteigerten. Das neu sich bildende Keimgewebe, das hier frei zutage liegt, wird wegen seines Aussehens als *Granulationsgewebe* bezeichnet. Der Wundbelag wird nach einigen Tagen von kleinen roten Körnchen (Granula) durchbrochen, von denen jedes einem schlingenförmig in die Exsudatschicht gewucherten und von Keimgewebe umgebenen Gefäßstämmchen entspricht. Durch ständiges Wachstum wird der fibrinöse Belag und die nekrotischen Gewebspartien gelöst und verdrängt, so daß schließlich die ganze Wunde bis zur Oberfläche mit dem jungen sehr gefäßreichen Gewebe ausgefüllt wird. Von ihrer Oberfläche wird ein eiterähnliches Exsudat abgesondert, das mechanisch reinigend, gleichzeitig bakterizid wirkt. Von den Wundrändern aus erfolgt die Überhäutung mit Epidermis in Form eines bläulichen Saumes, der sich langsam nach der Mitte hin vorschiebt. Das Aussehen der Granulationen erlaubt uns Schlüsse auf die Wundheilung. Nur frisch rote, körnige, leicht blutende sind gesund. Allzu üppig wachsende — wildes Fleisch — stellen der Epidermisierung mechanische Hindernisse entgegen. Sie müssen daher abgetragen werden. Da das neugebildete Gewebe — seiner Aufgabe entsprechend — sehr blutreich ist, die Gefäße sich aber später zurückbilden und ein derbes Bindegewebe entsteht, kommt es zur *Schrumpfung*, eine Gefahr, die bei jeder Wundheilung berücksichtigt werden muß (Kontraktur usw.). Außer diesen histologisch-morphologischen spielen sich aber bei jeder Wundheilung auch *chemische Stoffwechselvorgänge* ab. Es ist verständlich, daß der Wundstoffwechsel ein anderer sein muß, wie der physiologische Zell- und Gewebestoffwechsel, kommen doch die einzelnen Teile unter ganz andere Bedingungen wie im normalen Zustand.

„Kein Wundheilungsvorgang verläuft ohne die sehr wesentliche Beteiligung der Wundfermente an den Stoffwechselvorgängen im Wundgebiet.“ (v. Gaza.)

Die Hauptaufgabe jeder *Wundbehandlung* besteht darin, die Wundheilung zu unterstützen. Deshalb ist sie von den verschiedensten Momenten abhängig und erfordert ein streng *individuelles Vorgehen*. In erster Linie haben wir den *Allgemeinzustand* des Verletzten zu berücksichtigen. Wichtig ist ferner der Zeitpunkt, in dem die Wunde in ärztliche Behandlung kommt,

Art und Stelle der Verletzung, ihr Aussehen u. dergl. mehr. Schwer ausgeblutete sind als solche jeder Verletzung gegenüber widerstandsloser wie andere; glatte Schnittwunden in jeder Hinsicht viel ungefährlicher wie Quetschwunden. Tangentiale Schädelschüsse sind mit Rücksicht auf das darunter liegende oft mitbetroffene Gehirn prognostisch ernster zu bewerten wie ceteris paribus Tangentialschüsse an Extremitätenknochen. Dies erläutern nun einige Beispiele.

Im großen ganzen hängt der weitere Verlauf einer jeden Wunde — besonders im Kriege — und damit auch das Schicksal der Verwundeten vom Ausbleiben oder Eintreten einer manifesten *Infektion* ab. Sie zu *verhüten* oder aber zu *beherrschen*, ist demnach das Wichtigste bei der Wundbehandlung. Mit der Durchtrennung der schützenden Haut oder der Schleim- und serösen Häute ist die Möglichkeit des Eindringens von krankheits-erregenden Mikroorganismen gegeben. Für die weitere Beurteilung des Ablaufs der Infektion nach Schußverletzungen müssen wir streng unterscheiden zwischen den Verletzungen des Magen-Darmkanals bzw. anderer bakterienhaltiger Organe, bei denen es sich in der Hauptsache um eine Infektion mit im Körper selbst angezüchteten Keimen handelt, und der großen Masse der übrigen Wunden, bei denen das Infektionsmaterial im wesentlichen aus der Außenwelt stammt. (*Schöne.*)

Im folgenden werden wir uns vorwiegend mit der letztern Gruppe befassen. Hier unterscheiden wir zwischen einer *primären Infektion*, wobei die Bakterien sofort bei der Verletzung mit dem Fremdkörper in die Tiefe gerissen werden, und einer *sekundären*, bei der durch die offene Wunde später aus der Umgebung (Luft, Se-Exkrete usw.) die Keime in sie gelangen.

Die *sekundäre Infektion* bei primär nicht infizierten Wunden verhüten wir am besten mit einem aseptischen *Deckverband*. Mechanische Reinigung der Wundumgebung gehört natürlich zu den grundsätzlichen Vorbedingungen. Sekundäre Infektion bei primär infizierten Wunden spielt eine untergeordnete Bedeutung. Bei Bekämpfung der letzteren wird auch die erstere verhindert.

Weit wichtiger ist die *primäre Infektion* und ihre Behandlung. Die Gefahr derselben hängt größtenteils von der Art der Verletzung ab. Dies hat uns in eklatantester Weise dieser Krieg wieder gezeigt. Aus der Friedenspraxis war uns bekannt, daß Schnitt- und Schußwunden mit bezug auf die Infektion meist harmlose Verletzungen darstellen. Noch v. Bergmann lehrte die Schußwunden trotz ihres Keimgehaltes in praktischem Sinne als nicht infiziert zu betrachten. Die Kugel galt infolge ihrer Eigenwärme als steril. In der Tat ergaben auch bakteriologische Untersuchungen von Projektilen aus diesem Feldzuge, nach *Lärven-Hesse*, daß Infanteriegeschosse in den ersten 13 Stunden steril sind, während an Schrapnellkugeln und Granatsplittern auch bei frühzeitiger Extrak-

tion meist Bakterien nachzuweisen sind. Im Stellungskrieg überwiegen aber je länger je mehr Artillerieverletzungen, Minen- und Granatenwunden schwerster Art. Fast stets handelt es sich um schwere Zertrümmerungen und ausgedehnte Quetschungen der Gewebe, Wunden, die ausnahmslos als infiziert angesehen werden müssen. Eine weitgehende Zersetzung der betroffenen Gewebe, eine hochgradige Beschmutzung der Wunde durch mitgerissene Erde, Tuchfetzen und dergl. mehr, ausgedehnte thermische Schädigung des Gewebes im Bereich des Schußkanals und seiner weiteren Umgebung, all diese Momente sind die günstigsten Vorbedingungen für die Entwicklung anaërober und aërober Bakterien. Natürlich kommt man hierbei mit den einfachen Maßnahmen, wie sie in früheren Kriegen genügten, nicht mehr aus. Solche Wunden können nicht sich selbst überlassen, konservativ behandelt werden.

Seit den klassischen Tierversuchen von *Friedrich* wissen wir, daß fast jede Wunde bis ungefähr 6—8 Stunden nach der Verletzung als *örtlicher Prozeß* aufzufassen ist. Diese Zeit braucht das Infektionsmaterial, um aus der Außenweltform zum infizierenden Virus auszuweichen. „Die Auskeimung ist sonach zwischen der 6. und 8. Stunde im Infektionsgebiet als dem Abschluß nahe oder abgeschlossen zu betrachten. Die Keimaufnahme in die Lymphbahnen und damit die Generalisierung im Organismus beginnt oder kann beginnen.“ Durch Abtragung des mit Erde oder Staub beschmutzten Verletzungsgebietes auf 1 bis 2 mm im Gesunden gelang es *Friedrich*, Tiere am Leben zu erhalten, bis zur sechsten Stunde mit Sicherheit, bis zur achten in ungleichmäßiger Weise, während die Kontrolltiere starben. Diese rein mechanische *Anfrischungsdesinfektion* hat ihre zeitlichen und anatomischen Grenzen. Ihr zuliebe können wir nicht rücksichtslos funktionell wichtige Organe und Gewebe — Nerven, Gefäße usw. — opfern. Auch kann sie natürlich nur bei relativ frischen Wunden (12 bis 20 St.) ausgeführt werden. Gerade das zeitliche Intervall von Verletzung und manifester Infektion ist großen Schwankungen unterlegen. Im allgemeinen werden wir in den meisten Fällen innerhalb der ersten 12, oft aber auch bis zu 24 und noch mehr Stunden aktiv eingreifen. Nach den neuesten klinischen Untersuchungen von *Schöne* hat es sich gezeigt, daß beim Menschen im Fall einer Schußverletzung die Inkubationszeit der Infektion sehr viel größeren Schwankungen unterworfen ist, als es in *Friedrichs* speziellen Versuchen beim Meerschweinchen der Fall war. Jedenfalls kann nach *Schöne* die Infektion von der dritten Stunde ab zu jeder Stunde des ersten Tages und noch später ihre Auskeimung soweit vollendet haben, daß unzweifelhafte Anzeichen der entzündlichen Reaktion in Erscheinung treten. Es ist ja klar, daß die Länge der Inkubationszeit von der Qualität und Quantität des infizierenden Materials abhängen muß, dann von der Beschaffenheit der Wunde und

vom Allgemeinzustand des Verwundeten. Diese sind aber viel mannigfaltiger als beim experimentellen Versuch. In der Beurteilung der Wunde und damit in unserem operativen Handeln sind wir im wesentlichen, außer auf Puls und Temperaturbestimmung, auf die allgemein-chirurgischen und die speziellen Kriegserfahrungen angewiesen. Die ersten Anfänge der Infektion lassen sich häufig klinisch nicht mit Sicherheit feststellen, da alle Zeichen dafür nachschleppen.

Aus diesen Erfahrungen, sowohl experimentellen wie klinischen, leitet sich die jetzige „*vorbeugende operative Wundbehandlung*“ ab. Nur *aktives operatives Vorgehen*, eine möglichst frühzeitige, richtige Wundversorgung kann hier etwas erreichen. *Garré* hat deshalb wohl als erster eine aktive und individualisierende Wundbehandlung in diesem Kriege empfohlen (Brüsseler Chirurgenkongreß 1915) und dabei folgendes Postulat aufgestellt: „Jede Granatwunde sollte im Feldlazarett sobald wie angängig in allen ihren Winkeln freigelegt, alle Taschen und Verstecke durch weite Einschnitte zugänglich gemacht, Hämatome gespalten, in der Ernährung gestörtes Gewebe beseitigt bzw. weggeschnitten werden. Die Wunde ist tüchtig auszuwaschen (trocken oder mit einem Antiseptikum), sodann ist durch sorgfältige lockere Tamponade oder Drainage für Abfluß des Wundsekretes zu sorgen.“ Wie ganz anders lauten diese Grundsätze im Vergleich zu dem von *v. Bergmann* aufgestellten Schema der „Schablone“, zu dem konservativen Okklusivverband früherer Kriegswunden.

Die primäre radikale Gewebsexzision bei ausgedehnten Quetschwunden, die mit zu den wichtigsten Aufgaben gehört, hat aber noch nach einer zweiten Seite hin ihre Bedeutung. Es gibt Verwundete, die in den ersten Tagen sterben, ohne daß dabei klinisch eine Infektion verantwortlich zu machen ist. Auch starker Blutverlust usw. kommen nicht in Frage. *Sauerbruch* glaubt eine sterile Resorption aus den Zertrümmerungsherden annehmen zu müssen in Übereinstimmung mit den Versuchen von *Heyde*, der in gewissen Fällen von Verbrennung aseptische Gewebsresorption als Todesursache annimmt. *Naegeli's* Versuche mit autolytisch veränderten Organen haben im Tierexperimente diese Annahme gestützt. Praktisch ist diese sterile Resorption kaum von der septischen zu trennen und spielt auch eine viel geringere Rolle. Sie darf aber deshalb nicht außer Auge gelassen werden.

Es handelt sich also bei der primären Wundversorgung im Felde um ein frühzeitiges aktives chirurgisches Vorgehen, das jede Wunde einer sorgfältigen Revision unterzieht. *Herstellung möglichst einfacher glatter Wundränder, Entfernung allen nekrotischen autolytisch-toxisch wirkenden zu Infektion disponierenden Gewebes, mechanische Reinigung der Umgebung und der Wunde von Schmutz, Sorge für gute Ableitung entzündeten Exsudats, Verhütung von Druck und Spannung der Gewebe*, das sind die Grundele-

mente* einer zweckmäßigen und erfolgreichen Wundbehandlung.

Unterstützt wird diese mechanische Wundtoilette, die wir stets als das wichtigste einer jeden Wundbehandlung ansehen, durch die *chemische Antisepsis*. Nach C. Brunnens Versuchen an Meerschweinchen gelingt es schon durch chemische Desinfektion allein (Jodpräparate) weit über die Inkubation hinaus Tiere, die mit Tetanusbazillen tödlich infiziert waren, zu retten. Kombinierte er jene mit der mechanischen, so waren die Resultate noch weit bessere. Naegelis Versuche bestätigten diese Tatsache, zeigten aber auch, daß bei gleichzeitiger Gewebsschädigung der Wunde durch Kauterisation die Jodwirkung eine bedeutend geringere war. Auch hieraus geht u. E. die Wichtigkeit mechanischer Desinfektion, der Exzision des geschädigten Gewebes zur Genüge hervor. Außer den Jodpräparaten wurden besonders Chlorlösungen, H_2O_2 , neuerdings auf Grund der Morgenrothschen Untersuchungen Chininverbindungen mit gutem Erfolg angewandt. Kommen die Wunden erst viel später in ärztliche Behandlung, dann begnügt man sich mit den in diesem Stadium angezeigten Maßnahmen. Natürlich darf die *Allgemeinbehandlung* nie vernachlässigt werden. Auf Einzelheiten einzugehen würde zu weit führen.

Hängt der weitere Verlauf dieser Wunden größtenteils von der ersten Wundversorgung ab, so ist nichtsdestoweniger die spätere Behandlung von großer Bedeutung. Die zweitwichtigste Aufgabe besteht in der Anlegung eines richtigen Verbandes, d. h. in der *Ruhigstellung* der Wunde. Von ausschlaggebender Bedeutung ist sie für Knochen- und Gelenkschüsse. Meist erfüllen diesen Zweck gut angelegte, nach ihren speziellen Aufgaben modifizierte Gipsverbände am besten. Später ist der Berücksichtigung der Funktion die gebührende Aufmerksamkeit zuzuweisen. Reichliche Morphiumgaben unterstützen die Ruhigstellung besonders beim Lungenschuß am besten, wie überhaupt das Morphinum in den ersten Tagen für die Verletzten von nicht zu ersetzendem Nutzen ist.

Die Behandlung von Verletzungen aller übrigen Körperteile und Organe erfordert im einzelnen die chirurgischen Maßnahmen, die durch jene bedingt sind. Dies sind aber zu speziell chirurgische Fragen, um sie hier ausführlicher zu erörtern.

Zur Ruhigstellung im weiteren Sinne gehört auch die *Vermeidung* jedes frühen *Transportes*. Wo irgend angängig, sind Schädel-, Lungen-, Bauchschüsse mindestens 3 Wochen im selben Lazarett zu behalten. Andere Verletzungen dürfen nur unter zuverlässiger Fixation — wie das an Extremitäten meist möglich ist — abtransportiert werden. Beim *Verband* haben wir zwei Punkte zu berücksichtigen. Einmal dient er dem *Schutz* der Wunde gegen alle Schädigungen von außen her und wirkt durch Verdunstungsbehinderung regenerationsbefördernd. *Bier* hat neuerdings besonders auf die Vorteile der subkutanen Regeneration hingewiesen. In zweiter Linie kommt ihm

bei stark sezernierenden Wunden die Aufgabe der *Aufsaugung* des Sekretes zu. Der Art des Verbandes im einzelnen, d. h. der Frage der offenen oder geschlossenen Wundbehandlung kommt eine untergeordnetere Bedeutung zu. Offen werden wir im allgemeinen frische Verletzungen dann behandeln, wenn Infektionsentwicklung droht und deshalb erst gute ständige Kontrolle notwendig ist. Bei reichlich jauchiger Zersetzung erübrigt die offene Behandlung einen oft schädlichen Verbandswechsel, gleichzeitig hat die austrocknende Wirkung von Licht und Luft eine günstige Wirkung. Der gewöhnliche Deckverband dient einmal dem Schutz der Wunde, in Form des feuchten Verbandes erzeugt er eine gewisse Hyperämie und erleichtert die Aufsaugung von zähem Sekret. Die Salbenverbände kommen besonders in späteren Stadien zur Anwendung, um auf Granulationen oder Epidermisbildung einzuwirken. Einzelheiten der *Pharmakologie* der Wundbehandlung, die auf der Physiologie und Pathologie der Wundheilung basiert, können hier nicht näher berücksichtigt werden. Es stellt dies ein besonderes Kapitel der Wundbehandlung dar, das von anderer Seite besprochen wird. (Vgl. Zur Pharmakologie der Wundbehandlung von *Loewe* und *Magnus*.)

Bei jedem Verbandwechsel haben wir uns darüber klar zu sein, daß er ein gewisses Trauma darstellt. Stets geht er mit einer Verletzung des frischen Granulationsgewebes einher, stets bedingt er eine Störung der Ruhe der Wunde und birgt damit die Gefahren der Propagation der Infektion. Ein Wiederansteigen der vorher normalen Temperatur beweist uns die Richtigkeit dieser Annahme. Allgemeinzustand, Fieber- und Pulskurve, lokales Aussehen der Wunde bzw. der Granulationen und dergl. mehr, Geruch und Beschaffenheit des Eiters geben uns Fingerzeige dafür, wie oft nachgesehen werden muß. Nur eine große Erfahrung in deren Beurteilung läßt uns den goldenen Mittelweg finden. Die Höchstleistung einer solchen aktiven Behandlung besteht in der primären Exzision und primären Naht, die zur primären Heilung führt (*Hufschmid-Eckert, Fründ* u. a.). Erreicht wird dadurch ein schonender Heilverlauf, eine ganz wesentliche Abkürzung der Heilungsdauer und eine glatte meist lineäre Narbe. Bei richtiger sachkundiger Auswahl lassen sich noch weit über 12 Stunden alte Wunden so behandeln (*Fründ*). Die Ausschaltung toter Hohlräume erleichtert dem zurückgebliebenen gesunden Gewebe den Kampf mit den noch vorhandenen Mikroorganismen, und erklärt damit das Nichtausbrechen der Infektion. Daß man diese mit der Exzision radikal entfernt, wird stets ein frommer Wunsch bleiben. Als allgemeine Behandlungsweise kommt sie aber zurzeit nicht in Frage. Dazu sind ihre Gefahren zu groß. Statt einer Entspannung der Wunde, statt der Ermöglichung des Abflusses nach außen wird die Infektion, wenn sie nicht radikal ausgeschaltet, in die Lymphbahnen gepreßt: schwerste Phlegmonen,

Sepsis und dergl. mehr sind die Folgen. Wenn irgendwo so ist hier reiche chirurgische Erfahrung notwendig. Etwas ungefährlicher ist die sogenannte *Sekundärnaht*, wo infektionsverdächtige Wunden erst am 3., 4., 5. Tag durch Naht geschlossen werden, in einem Zeitpunkt, wo die Beurteilung derselben viel leichter ist.

Handelt es sich schließlich um eine *Allgemein-Infektion*, dann ist leider auch heute noch unsere Therapie an den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit angelangt. Dies zu verhüten, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Behandlung der Verletzten. Die Fortschritte der modernen Kriegschirurgie liegen also auf dem Gebiet der *Prophylaxe*. *Die Chirurgie des Krieges soll in erster Linie eine Chirurgie der Prophylaxe der Wundinfektion sein (Garre)*. Darin wird sie unterstützt in der hervorragenden Wirkung prophylaktisch angewandter Sera, wie sie im Kampfe mit dem Wundstarrkrampf so glänzende Erfolge erzielt.

Aber selbst wenn wir den Verwundeten über die ersten gefährlichen Wochen gebracht, drohen ihm in gewissen Fällen noch Gefahren. Sie sind einmal bedingt durch die sogenannte *latente Infektion*. Wir verstehen darunter ein Wiederauf-flackern eines klinisch nicht mehr manifesten Herdes. Erklären läßt sich dieser Vorgang nur so, daß in den alten Narben um Fremdkörper herum Bakterien zurückgeblieben, infolge schwartiger Abkapselung ganz eingeschlossen waren. Ein späterer Eingriff (plastische Verbesserung, Gefäß- oder Nervenoperation) führt zur Mobilisation dieser Keime durch Eröffnung der derben Narben und damit zur Möglichkeit der Propagation im Körper. Schwere Eiterungen anlässlich solcher Operationen ebenso wie Spättetanusfälle lassen sich nur so erklären.

Schließlich ist noch der Defekte zu gedenken, die der Körper aus eigenen Kräften nicht zu ersetzen vermag. Mit Hilfe der Transplantation, mit der Überpflanzung, der Pfropfung entsprechender Gewebe (Haut, Sehnen, Nerven, Gefäße usw.) gelingt manchmal funktionell vollwertiger Ersatz. Gerade die moderne Chirurgie hat auf diesem Gebiete Erstaunliches geleistet. Wenn auch dieses Mittel versagt, bleibt uns noch totes Material in Form der Prothesen. Anhangsweise seien diese Fragen nur kurz gestreift. Sie gehören nicht zu den gewöhnlichen Wundheilungsprozessen, sondern stellen viele kompliziertere Vorgänge dar. Mit ihnen gemein haben sie nur das, daß sie dem Ersatz verloren gegangener Gewebe oder Körperteile dienen und deshalb hier erwähnt wurden.

Die Leistungsfähigkeit dieser modernen Wundbehandlung zeigt sich am besten in ihren Erfolgen. Nach *Schjernings* Mitteilungen vom 2. Kriegschirurgenkongreß 1916 sind 86,6 % aller in den Feld- und Kriegslazaretten und 90,1 % aller in der Heimat Behandelten dienstfähig geworden und nur 1,5 % der in den Heimatlazaretten Aufgenommenen gestorben.

Die nichteuklidischen Geometrien und das Raumproblem.

Von Dr. Hilda Geiringer, z. Zt. Berlin.

(Schluß.)

III.

Beziehungen des Problems zur Philosophie.

Ohne auf alle sich hier bietenden Probleme einzugehen, weisen wir nur hin auf die schon oft hervorgehobene Widerlegung gewisser Kantscher Anschauungen durch die Tatsache der Existenz der nichteuklidischen Geometrie. Es folgt aus ihrer Existenz, daß wir nicht zugeben können, daß die Axiome der Geometrie in der gegebenen Form unseres Anschauungsvermögens begründet seien; denn wenn wirklich eine Anschauung a priori im Kantschen Sinne existiert, so kann sie nur eine einzige Form besitzen, es wäre dann nur *eine* Geometrie möglich. Da es aber mehrere Geometrien gibt, so folgt, daß nicht gerade „der Raum, wie sich ihn der (Euklidische) Geometer denkt, ganz genau die Form der inneren sinnlichen Anschauung ist, die wir a priori in uns finden“. (*Kant, Prolegomena.*) Wenn von philosophischer Seite die mathematischen Möglichkeiten der nichteuklidischen Geometrie nicht mehr bestritten werden, ihre Unanschaulichkeit aber betont wird, so ist darauf zunächst zu sagen, daß Anschauung zum größten Teil Übungssache ist, vor allem aber an die Arbeiten *Helmholtz'* zu erinnern, in denen er zeigt, „wie man aus den bekannten Gesetzen unserer sinnlichen Wahrnehmungen die Reihe der sinnlichen Eindrücke herleiten kann, welche eine sphärische oder pseudosphärische Welt uns geben würde, wenn sie existierte; auch dabei treffen wir nirgends auf eine Unfolgerichtigkeit oder Unmöglichkeit, ebensowenig wie in der rechnenden Behandlung der Maßverhältnisse“. Und „wenn wir es zu irgend einem Zwecke nützlich fänden, so könnten wir in vollkommen folgerichtiger Weise den Raum, in welchem wir leben, als den scheinbaren Raum hinter einem Konvexspiegel mit verkürztem und zusammengezogenem Hintergrunde betrachten; oder wir könnten eine abgegrenzte Kugel unseres Raumes, jenseits deren Grenzen wir nichts mehr wahrnehmen, als den unendlichen pseudosphärischen Raum betrachten“. Auf verschiedene von philosophischer Seite gebrachte Einwände geht *Voß* („Das Wesen der Mathematik“ pag. 90 ff.) ein.

Nichteuklidische Geometrie und Physik.

Wir haben am Schluß des Abschnittes II wieder an das früher verlassene Fundamentalproblem der Beziehungen von Geometrie und Physik gestreift, welches wir nun nach Kenntnis der nichteuklidischen Gedankengänge wieder aufnehmen wollen.

Ist der Raum, in dem wir leben, euklidisch oder nichteuklidisch? In dieser groben Form läßt sich die Frage nicht beantworten. Wir müssen uns da an das eingangs (S. 634) Gesagte erinnern,

daß unsere ganze Naturwissenschaft, speziell unsere Lehre vom Raum, ein Bild der Wirklichkeit liefert, im Spiegel unserer physiologischen Konstitution und ausgesprochen in unseren logischen Begriffsbildungen. Sind wir uns aber einmal über diese Voraussetzungen klar geworden, so wird bis zu einem gewissen Grad wenigstens prinzipiell eine Antwort auf unsere Frage gegeben werden können.

Poincaré hat wiederholt darauf hingewiesen, daß selbst die Eigenschaft des Raumes, die uns als die fundamentalste scheint, nämlich die Dreidimensionalität wesentlich mit unserer physiologischen Konstitution zusammenhängt. Er führt unter anderem das Beispiel *de Cyons* an von den japanischen Feldmäusen, die nur zwei Paare von halbkreisförmigen Nervenkanälen im Ohre haben, und die somit den Raum möglicherweise für zweidimensional halten müßten und fragt sich nun, wie die von einem solchen denkenden Wesen ausgebaute Geometrie und Physik wohl aussehen würde. Freilich läßt er es dahingestellt, ob solche Wesen mit einem zweidimensionalen oder vierdimensionalen Bilde der Verteilung bestehen und sich gegen die hundert Gefahren, denen sie ausgesetzt wären, verteidigen könnten. Dies führt uns zu der weiteren Tatsache, daß nicht nur unsere physiologische Konstitution, sondern auch praktische Zwecke unsere instinktive Raumvorstellung formen; bekannt ist ja das Beispiel von den Brillenträgern, die eigentlich ganz andere Entfernungen usw. sehen, sich aber bald zugleich mit der neuen Brille an die neue Interpretation gewöhnen und trotz der falschen Bilder die Entfernungen richtig beurteilen. Und Poincaré erzählt von Jägern, die es verstehen, Fische unter Wasser zu fangen, „obgleich das Bild des Fisches infolge der Strahlenbrechung höher erscheint, als der Fisch sich in Wirklichkeit befindet, die es also gelernt haben, ihren ererbten Richtungsinstinkt instinktiv abzuändern“. Gehen wir weiter zu der von Mach und Poincaré wiederholt gebrachten Vorstellung eines mehr oder minder der Bewegungsfreiheit beraubten, an den Boden geketteten Wesens; wir besitzen die Fähigkeit, unseren „erweiterten“ Raum bald auf die Position A, als Anfangslage gedacht, bald auf die Position B, die er einige Minuten später einnimmt, zu beziehen, nehmen also unbewußt in jedem Augenblick eine Koordinatentransformation vor. „Jenem Wesen fehlt aber diese Fähigkeit, in jedem Augenblick ist ihm sein Achsensystem aufgezwungen und es hält den Raum für absolut, weil es nicht auf die Reise gehen kann.“ Und Mach: „Könnte der Mensch wie ein festsitzendes Seetier seinen Ort nicht verlassen und seine Orientierung nicht wesentlich ändern, so würde er schwerlich jemals zur Vorstellung des euklidischen Raumes gelangen. Sein Raum würde sich zum euklidischen ungefähr so verhalten wie ein triklines zu einem tesseralen Medium, derselbe würde immer anisotrop und begrenzt bleiben.“

Haben wir uns an diesen Beispielen klar gemacht, daß es keinen Sinn hat, zu fragen, wie der Raum „wirklich“ ist, sondern höchstens wie er für eine gewisse physiologische Konstitution und gewisse Lebensverhältnisse sich *darstellt*, so müssen wir noch auf die zweite ebenso fundamentale Abhängigkeit unseres Raumbildes von unseren logischen Begriffen und Definitionen kommen. „Nur über Begriffe, deren Inhalt wir selbst bestimmt haben, erstreckt sich unsere logische Herrschaft.“ Und so stehen wir nun vor der Aufgabe der „Inhaltsbestimmung“. Wir können gewisse Gebilde „Gerade“ nennen und die Euklidische Geometrie verwenden, wir können andere Gebilde „Gerade“ nennen und die nichteuklidische Geometrie verwenden. Es ist eben dem Raume weder euklidische noch nichteuklidische Struktur eigentümlich, „ebensowenig wie es einer Strecke eigentümlich ist, nach Kilometern gemessen zu werden, nicht aber nach Meilen“¹⁾. „Oder wie es ihr eigentümlich ist, AB und nicht CD genannt zu werden“²⁾. Nun aber kommt ein Gesichtspunkt in Betracht, der diese auf die Nomenklatur bezügliche Willkür scheinbar einschränkt, freilich nur um einer anderen Willkür Platz zu machen. Wir können nämlich einwenden, daß die Euklidische „Gerade“ wichtiger ist als die nichteuklidische, weil sie von gewissen natürlichen Gegenständen, z. B. einem Lichtstrahl, einem gespannten Seil weniger abweicht. Wir können also aus solchen Gründen übereinkommen, der Euklidischen Geraden einen gewissen Vorzug einzuräumen und die gleiche Tatsache lieber euklidisch mit Euklidischen Geraden, als nichteuklidisch mit nichteuklidischen Geraden zu beschreiben, oder schließlich als in irgend welcher logisch einwandfreien, aber praktisch ungemein komplizierten Geometrie. Nun tritt aber noch die neue Frage an uns heran, die nach der näherungsweise Identifizierung der physikalischen Objekte mit den logischen Objekten unseres Systems. Ein Lichtstrahl „ist“ natürlich weder eine Gerade noch ein Kreisbogen, sondern es handelt sich darum, ob er so reagiert, daß er besser mit dem einen oder anderen Begriff identifiziert werden kann (innerhalb der Fehlergrenzen). Wüßten wir etwa, daß bei einem aus drei Lichtstrahlen gebildeten Dreieck die Winkelsumme stets 180° ergibt, so würden wir ohne Bedenken den Lichtstrahl Gerade nennen und die Euklidische Geometrie anwenden; wenn wir aber an die Möglichkeit einer von 180° verschiedenen Winkelsumme denken, so können wir entweder die Lichtstrahlen Gerade nennen und die nichteuklidische Geometrie anwenden, oder unter Anwendung der Euklidischen Geometrie die Lichtstrahlen Bögen nennen. Wir können eben die Identifizierung zwischen den physikalischen und geometrischen Begriffen bis zu einem gewissen Grade willkürlich vornehmen, und wenn wir uns früher klar ge-

¹⁾ Schlick.

²⁾ Poincaré.

macht haben, daß die Frage nach der Struktur des „mathematischen“ Raumes an sich sinnlos ist, indem dieser prinzipiell auf jede beliebige Art ausgemessen werden kann, so ist uns jetzt klar, daß die Frage nach der Struktur des physikalischen Raumes durch gewisse Definitionen präzisiert werden muß. Haben wir aber z. B. einen Lichtstrahl als physikalische Gerade definiert, so können wir nun allerdings fragen, ob diese physikalischen Geraden ein Euklidisches oder nicht-euklidisches Dreieck bilden.

Waren diese beiden Gesichtspunkte von prinzipieller Bedeutung selbst für die idealsten Meßwerkzeuge gültig, so ist schließlich der Tatsache zu gedenken, daß unsere Beobachtungen eben keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen können. Nun sind aber die zu konstatierenden Variationen des Krümmungsmaßes auf jeden Fall innerhalb des zugänglichen Beobachtungsfeldes sehr klein. Die Beobachtung ist ungenau, die Formulierung zwingt zur Präzision und zu einer der Anschauung fremden Präzision. Was für die Anschauung hier fast zusammenfällt, trennt begrifflich zwei Welten voneinander, und die verhältnismäßig beobachtungsfremde Entscheidung trägt in unsere komplizierte Frage ein neues Moment der Willkür.

Nachdem wir uns also die Voraussetzungen unserer naiven Frage klar gemacht haben, nämlich, daß sie nur gestellt werden kann unter Voraussetzung einer gewissen, verhältnismäßig konstanten, physiologischen Konstitution und entsprechenden Lebensverhältnissen, daß sie abhängig ist von unserer mathematischen Nomenklatur, von unserer physikalischen Nomenklatur, von der verhältnismäßig willkürlichen Identifikation beider, endlich von der Genauigkeit unserer Meßwerkzeuge, die mit der Genauigkeit unserer Begriffe nicht immer Schritt hält, können wir schließlich uns klar machen, daß unsere so eingeschränkte Frage prinzipiell beantwortbar ist.

Nach *Riemann* sind zur Bestimmung der Maßverhältnisse einer n -fach ausgedehnten Mannigfaltigkeit $\frac{n(n-1)}{2}$ Funktionen des Ortes nötig. Daraus folgt für den Raum, daß es zur Euklidizität hinreichend und notwendig ist, „daß das Krümmungsmaß in jedem Punkte in drei Flächenrichtungen gleich Null ist, und es sind daher die Maßverhältnisse des Raumes bestimmt, wenn die Winkelsumme im Dreieck allenthalben gleich $2R$ ist“. Darauf beruht die berühmte, schon von *Gauß* versuchte Ausmessung der Winkelsumme großer Dreiecke, wobei es für uns selbstverständlich ist, daß eine so gelieferte Aussage nur etwas aussagt für die Struktur des Raumes im Verhältnis zu Lichtstrahlen = Geraden. Allgemeiner können wir sagen, daß es im Prinzip möglich sein muß, in ähnlicher Weise wie man die Erdoberfläche mittels kleiner als starr gedachter Maßstäbe geodätisch ausgemessen hat, so den Raum geodätisch auszu-

messen. Es könnte sich da prinzipiell ergeben, daß unser Raum kein Euklidischer, ja nicht einmal ein Raum konstanter Krümmung ist. Freilich haben bisher durchgeführte astronomische und terrestrische Messungen keine merkliche Abweichung des Krümmungsmaßes von Null ergeben.

Was aber messen wir eigentlich auf alle diese Arten? Die Euklidische oder nichteuklidische Struktur des Raumes? Die gibt es nicht, denn es gibt gar keinen Raum, abgesehen von der erfüllenden Materie. Der Raum an sich ist gewiß nichts anderes als eine völlig formlose (dreidimensionale?) Mannigfaltigkeit, die erst durch das erfüllende Material gestaltet wird. Diese Erkenntnis ist nicht etwa erst durch die Relativitätstheorie entdeckt worden, sondern es waren schon *Gauß*, *Riemann*, *Helmholtz*, später *Mach* und *Poincaré* jedenfalls dieser Meinung, nur ist die vage philosophische Anschauung erst durch *Einstein* präzisiert und in einer bestimmten Richtung ausgebaut worden. Hier halten wir fest, daß ein leerer Raum, abgesehen vom erfüllenden materialen Gehalt überhaupt keine Struktur hat. Wir können ihn ausmessen, wie wir wollen, ein erfüllter Raum aber hat keine Struktur, abgesehen von dem Erfüllenden, oder auch „es gibt keine Raumgeometrie losgelöst von der Physik“. (Über die Rolle der physikalischen und mathematischen Nomenklatur für diese Union haben wir schon gesprochen.) Dieser erfüllte Raum aber muß von Anfang an jedenfalls als ganz allgemeiner Riemannscher Raum mit variablem Krümmungsmaß angenommen werden. „Entscheidende Experimente sind aber erst dann möglich, wenn nicht nur die Geometrie, sondern auch die Physik im Euklidischen und im allgemeinen Riemannschen Raum entwickelt ist.“¹⁾ Wir leugnen also, „daß die Metrik des Raumes von vornherein unabhängig von den physikalischen Vorgängen, deren Schauplatz er abgibt, festgelegt ist, und daß das Reale in diesem metrischen Raum wie in eine fertige Mietskaserne einziehe, sondern wir behaupten, daß der Raum an sich nichts weiter ist als eine völlig formlose dreidimensionale Mannigfaltigkeit, und erst der erfüllende, materiale Gehalt ihn gestaltet und seine Maßverhältnisse bestimmt. Es bleibt die Aufgabe zu ermitteln, nach welchen Gesetzen dies geschieht.“¹⁾ Denn da der erfüllende Gehalt sich mit der Zeit ändert, so wird auch die metrische Fundamentalform sich im Laufe der Zeiten ändern. Die Gesetze aber, nach denen das raumerfüllende Material die Metrik bestimmt, sind nach *Einstein* die Gravitationsgesetze, und die Koeffizienten g_{ik} der metrischen Fundamentalform lassen sich geradezu als „Gravitationspotentiale“ auffassen. Wir wollen zum Abschluß unserer Ausführungen auf diese Einsteinsche Lösung des Raumproblems etwas näher eingehen.

¹⁾ Vgl. *Weyl* „Raum, Zeit, Materie“, Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie, Springer, Berlin 1918.

Verallgemeinerte Relativitätstheorie¹⁾.

In der Einsteinschen Relativitätstheorie gibt es bekanntlich keine Lösung des Raumproblems losgelöst vom Zeitproblem. In der „vierdimensionalen Welt“ nun folgert *Einstein* in der speziellen Relativitätstheorie in bekannter Weise die Relativität der Gleichzeitigkeit und somit die erste tiefgehende Modifikation unserer Ideen von Raum und Zeit. Aber noch in der speziellen Relativitätstheorie sind die Sätze der Geometrie unmittelbar als die Gesetze über die möglichen relativen Lagen fester Körper deutbar, allgemeiner die Sätze der Kinematik als Sätze, welche das Verhalten von Meßkörpern und Uhren beschreiben. Hier ist das nicht mehr möglich, hier wird gefordert, daß eine beliebige Transformation der Raum- und Zeitmannigfaltigkeit der vierdimensionalen Welt keine Änderungen an den Gesetzen der Erscheinungen bewirken darf. Dann aber sind die Koordinaten und die Zeit jeder physikalischen Gegenständlichkeit beraubt, denn jetzt sollen die Gesetze der Physik in allen, nicht nur in beliebigen ausgezeichneten Bezugssystemen gelten. Die inneren Gesetzmäßigkeiten der Natur können nur dann wirklich innere sein, wenn sie vom Koordinatensysteme im weitesten Sinne unabhängig sind. Hier haben wir mathematisch ganz dasselbe, wie in unserer Gaußschen Flächentheorie, auch dort konnten wir Flächentheorie unabhängig von Bezugssystem studieren und „es waren alle Gaußschen Koordinatensysteme für die Formulierung der allgemeinen Geometrie auf der Fläche prinzipiell gleichwertig“. Eben das aber fordert *Einstein* für die allgemeine Formulierung der Naturgesetze. Sollen diese unabhängig vom Koordinatensystem sein, so wie die Gesetze der Fläche es waren, so muß sich für jedes Gebiet der Raum-Zeitwelt, in dem eine gewisse Gesetzmäßigkeit herrscht, ein charakteristisches ds angeben lassen, das eben für die „Weltmetrik“ in diesem Gebiete charakteristisch ist. Selbstverständlich muß es keine größeren zusammenhängenden Gebiete konstanter Weltmetrik geben, sondern im allgemeinen wird jeder „Punkt“ seine spezifische Metrik, sein bestimmtes ds , das für die Maßverhältnisse (in einer geeigneten Umgebung) charakteristisch ist, haben. Dieses vom „Punkt“ zu „Punkt“ variierende ds kann im speziellen z. B. das Euklidische = parabolische sein, oder ein sphärisches oder ein hyperbolisches oder ein ovales oder ein noch viel komplizierteres. Jedenfalls wird es bestimmt durch die innere Gesetzmäßigkeit der Welt in diesem Punkte, so wie das Linienelement auf der Fläche durch die innere Gesetzmäßigkeit der Fläche, und nur durch diese bestimmt wird. Im speziellen

¹⁾ Dieser Teil setzt einige Kenntnis der verallgemeinerten Relativitätstheorie voraus und bildet die Brücke zwischen populären Darstellungen dieses Gebiets und den vorhergehenden mathematischen Erörterungen; diese ermöglichen es uns, die Einsteinsche Lösung des Raumproblems nun auch vom mathematischen Gesichtspunkte aus, der sonst naturgemäß in populären Darstellungen zurücktritt, zu verstehen.

kommt *Einstein* bekanntlich durch die fundamentale Forderung, daß jede durch Bewegung des Beobachters (Änderung des Bezugssystems) entstehende Änderung der Erscheinungen als Wirkung eines Gravitationsfeldes aufgefaßt werden könne, dazu, als charakteristisch für die Weltmetrik in einem bestimmten Punkt die dort herrschenden Gravitationskräfte anzusehen, oder, wie *Weyl* sich ausdrückt, wir können uns denken, daß in jedem Punkte (Bereich) ein bestimmtes „metrisches Feld“ herrscht, welches erzeugt wird durch das Materielle, welches die Welt erfüllt. (In der speziellen Relativitätstheorie wird bezüglich der Weltmetrik bekanntlich die Annahme gemacht, daß es spezielle Koordinatensysteme gibt, in welchen die metrische Fundamentsform $ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$ konstante Koeffizienten hat.) Wir werden also die g_{ik} in dem für jeden Punkt charakteristischen ds als etwas Reales betrachten. Bei der praktischen Messung können wir aber doch nur daran denken, daß sich das ds tatsächlich physikalisch ermitteln läßt; da wir es aber nicht anders bestimmen, als mit Lichtstrahlen und Maßstäben, so müssen wir annehmen, daß sich der Einfluß des jeweiligen metrischen Feldes auf diese unsere Meßinstrumente äußert, daß also dieses metrische Feld ein jeweils ganz bestimmtes Verhalten von Lichtstrahlen und „starren“ Körpern bewirkt, welches außer durch die eigene Beschaffenheit von Lichtstrahlen und Maßstäben bestimmt wird durch das metrische Feld, „ebenso wie das Verhalten einer elektrischen Ladung nicht nur von ihr selbst, sondern auch von dem elektrischen Feld abhängt“²⁾.

Wir haben als Grundgesetze ungemein umfassende und allgemeine (die die Trägheits- und Gravitationserscheinungen in gleicher Weise umfassen und gegen beliebige Gaußsche Koordinatentransformationen invariant sind); alle Unregelmäßigkeiten, alles, was mit der spezifischen Natur des betreffenden Weltpunktes zusammenhängt, haben wir eben dorthin gewiesen, wo die physikalisch gegenständliche Interpretation ohnehin fehlte, in unseren Raumbegriff, so daß die Maßverhältnisse jetzt nicht mehr auf Rechnung eines „Raumes als Form der Erscheinungen“ kommen, sondern eben in ihnen, die von Punkt zu Punkt variieren, ganz andere Dinge, nämlich die jeweilige Verteilung der Materie in der Welt sich spiegeln, so daß gerade der Raum, früher das Festeste, jede Eigenbedeutung verloren hat.

Wie sich bei jeder noch so seltsam gekrümmten Kurve ein unendlich kleines Stück derselben annähernd als Gerade auffassen läßt (Identifikation mit der Tangente), so auch bei einer Fläche, Raum usw., dem entspricht die von anderer Seite her durch physikalische Tatsachen nahegelegte Hypothese, daß die vierdimensionale Entfernung zweier unendlich naher Punkte eine meßbare Größe sei, das bedeutet aber physikalisch die

²⁾ *Weyl* p. 175.

Existenz starrer Maßstäbe und vergleichbarer Uhren im unendlich Kleinen. Dem entspricht aber wieder die Voraussetzung, daß bei passender Koordinatenwahl für unendlich kleine vierdimensionale Gebiete die spezielle Relativitätstheorie gilt, wobei der Beschleunigungszustand des kleinen (lokalen) Koordinatensystems so zu wählen ist, daß ein Gravitationsfeld nicht auftritt. X_1, X_2, X_3 seien die räumlichen Koordinaten, X_4 die zugehörige Zeitkoordinate. Diese Koordinaten haben unmittelbar physikalische Bedeutung, der Ausdruck $ds^2 = -dX_1^2 - dX_2^2 - dX_3^2 + dX_4^2$ (1) hat dann nach der speziellen Relativitätstheorie einen von der Orientierung des lokalen Koordinatensystems unabhängigen, durch Raum-Zeitmessung ermittelbaren Wert. Die Koordinatendifferentiale dx_i eines beliebig gewählten Bezugssystems werden nun mit denen des lokalen in der Beziehung stehen

$$dX_1 = \alpha_{11} dx_1 + \dots + \alpha_{14} dx_4, \dots, \\ dX_4 = \alpha_{41} dx_1 + \dots + \alpha_{44} dx_4.$$

Setzt man diese Ausdrücke in (1) ein, so kommt man wieder auf unser allgemeines $ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$. Dabei sind die g_{ik} Funktionen der x , die nicht mehr von der Orientierung und dem Bewegungszustand des lokalen Koordinatensystems abhängen können, denn ds^2 war ja unabhängig von jedem besonderen Koordinatensystem definiert. Der Spezialfall der gewöhnlichen Relativitätstheorie (Analogon: der Euklidischen Ebene) geht hervor, falls es möglich ist, in einem endlichen Gebiete das Bezugssystem so zu wählen, daß $g_{11} = g_{22} = g_{33} = -g_{44} = +1$ und alle anderen verschwinden. Nehmen wir nun an, das wäre in einem endlichen Gebiete möglich, dann bewegt sich ein freier materieller Punkt bezüglich eines so gewählten Systems geradlinig und gleichförmig. Führt man nun durch eine beliebige Substitution neue Raum-Zeitkoordinaten $x_1 \dots x_4$ ein, so werden in diesem neuen System die g_{ik} nicht mehr Konstante, sondern Raum-Zeitfunktionen sein, und die Bewegung des freien Massenpunkts wird sich in den neuen Koordinaten als eine krummlinige, nicht gleichförmige darstellen. Nach dem allgemeinen Äquivalenzpostulat wird diese Bewegung als eine solche unter dem Einflusse eines Schwerfeldes aufgefaßt werden können, und sehen wir das Auftreten eines Gravitationsfeldes geknüpft an die raum-zeitliche Veränderlichkeit der g_{ik} . Diese das Gravitationsfeld bestimmenden zehn Funktionen beschreiben also zugleich das metrische Verhalten des Maßraumes. (Auch in dem allgemeinen Falle, wo es nicht möglich ist, in einem endlichen Gebiete die Gültigkeit der speziellen Relativitätstheorie herbeizuführen, wollen wir an dieser Auffassung festhalten.)

Sind wir im vorhergehenden von der logisch mathematischen Seite her auf die Ungültigkeit der Euklidischen Geometrie in Gravitationsfeldern resp. in ungleichförmig bewegten Systemen geführt worden, so wird uns dies durch folgende Einsteinsche Überlegung bestätigt. Versetzen wir

eine Scheibe in gleichförmige Rotation und betrachten einen auf dieser Scheibe um das Rotationszentrum gezogenen Kreis, so hat sein Radius den gleichen Wert, ob ich ihn mittels ruhender oder mitbewegter Maßstäbe ausmesse, denn die Bewegungsrichtung ist stets normal zu der Meßrichtung. Hingegen ergibt sich für die Kreis-peripherie, mittels der mitbewegten Maßstäbe ausgemessen, vom ruhenden System aus beurteilt ein größerer Wert, da der jeweilige Einheitsmaßstab infolge der Lorentz-Kontraktion „weniger ausgibt“, ich ihn daher öfter anlegen muß. Da aber der Radius unabhängig vom Bewegungszustand gleich r war, so ist $p \neq 2r\pi$. Wir sehen hier zugleich eine einfache Illustration der Variabilität der Weltmetrik, denn wenn wir das Rad in stärkere oder schwächere Rotation versetzen, so wird die Geometrie auf ihm bald mehr bald minder von der Euklidischen abweichen.

In diesen Erscheinungen haben wir aber nach dem Einsteinschen Äquivalenzprinzip von beschleunigter Bewegung und Gravitationswirkung nicht die Wirkung einer absoluten Rotation zu erblicken, die es nicht gibt, sondern des durch seine Komponenten g_{ik} charakterisierten, von der Gravitation abhängigen metrischen Feldes.

Wollen wir eine ähnliche Überlegung nicht indirekt für das der Rotation äquivalente Gravitationsfeld, sondern direkt für dieses anstellen, so werden wir unsere schon oben angestellte Vermutung über den Einfluß des Gravitationsfeldes auf unsere Uhren und Maßstäbe bestätigt finden. Es würde sich eine Verkürzung des Einheitsmaßstabes in bezug auf das Koordinatensystem im Schwerfeld bei radialer Anlegung gegenüber der tangentiellen ergeben. Prinzipiell müßte diesen Verhältnissen auch bei den oft besprochenen „geodätischen“ Messungen Rechnung getragen werden.

Es kann hier nicht unsere Sache sein, auch nur in den größten Zügen auf die allgemeine Relativitätstheorie einzugehen. Wir hatten nur die spezifische Lösung des Raum-Zeitproblems anzudeuten, die darin gipfelt, daß in jedem Punkte der Welt eine durch das metrische Feld bestimmte, im allgemeinen nichteuklidische Geometrie herrscht. Sagt nun diese Theorie etwas über den Zusammenhang der Geometrien im großen? Denken wir an das uns geläufigste zweidimensionale Gebiet unserer Erde. Auch sie ist im großen und ganzen eine Kugel (Ellipsoid), aber auf ihr erheben sich Berge und Hügel und finden sich die verschiedensten Unebenheiten. Eine genaue geodätische Ausmessung in jedem Punkte würde uns nur den jeweiligen Hügel, Tal oder noch weniger erkennen lassen. Wir müßten erst eine Vermessung im großen vornehmen, um zur Gesamtkonzeption des „kugelartigen Zusammenhanges im großen“ zu kommen (sofern wir den nicht aus anderen Quellen kennen). So auch hier: Die Kenntnis des metrischen Feldes in jedem einzelnen Weltpunkt, wie es durch die Gravitationskräfte erzeugt wird, sagt uns noch nichts

für den Zusammenhang der Welt im großen. Keine Beobachtung lehrt hier vorläufig etwas. Doch gelangte *Einstein* bei kosmologischen Betrachtungen über diesen Zusammenhang der Welt im ganzen zu der Vermutung, daß sie räumlich geschlossen sei, also etwa einer vierdimensionalen Kugel entspräche, abgesehen von den durch das Gravitationsfeld erzeugten „Hügeln“ usw. Auf seine Gedankengänge hier näher einzugehen, kann nicht unsere Aufgabe sein.

Wir haben in den nichteuklidischen Theorien ein Beispiel von Gedankengängen gefunden, die aus rein mathematischem Interesse aufgebaut, später geholfen haben, den philosophischen Raum-begriff zu vertiefen und zu klären und schließlich die ungeahntesten physikalischen Anwendungen erfahren haben. Sie haben also wahrhaft geholfen, wie *Riemann* es erhofft hatte, dazu beizutragen, „daß der Fortschritt im Erkennen des Zusammenhanges der Dinge nicht durch überlieferte Vorurteile gehemmt werde“.

Besprechungen.

Braun-Blanquet, Jos., Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. 79 S. und 1 Karte. Preis Fr. 1,50.

Bär, Joh., Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton Tessin). 80 S. und 1 Karte. Preis Fr. 3,—.

Pflanzengeographische Kommission der Schweiz, Naturforsch. Gesellsch. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 4 und 5. Zürich, Rascher & Co. 1918.

Seit mehreren Jahren besteht bei der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft eine pflanzengeographische Kommission, die die geobotanische Landesaufnahme der Schweiz durchzuführen beabsichtigt. Für die Arbeitsweisen dieser Vegetationstopographie geben die beiden vorliegenden Hefte gute Beispiele. *Braun-Blanquets* Bericht über eine Exkursion ins Unterengadin zeigt die Anwendung neuerer Methoden für die Aufnahme und Darstellung der Pflanzenbestände an konkreten Fällen, enthält zugleich aber auch eine Menge interessanter Angaben über Flora und Wirtschaftsformen des Gebietes, welches durch seinen Reichtum an „xerothermen“ Gewächsen ausgezeichnet ist. Im Gegensatz dazu macht uns *Joh. Bär* im Val Onsernone mit einer südalpinen Talschaft bekannt, die bei ozeanischem Klima und ergiebigen Niederschlägen ihr Gepräge durch Waldreichtum und verwickelte Waldverhältnisse gewinnt; die beigegebene Karte gibt in 1 : 50 000 die Verteilung der Waldbestände und Gesträuche wieder.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

Hofmann, Karl A., Lehrbuch der anorganischen Experimentalchemie. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1918. XX, 794 S., 128 Abbildungen und 6 farbige Spektraltafeln. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 24,—.

Dieses neue Lehrbuch der anorganischen Chemie nimmt unter den bisher bekannten derartigen Werken eine besondere und ausgezeichnete Stellung ein. Es wird nicht nur dem Anfänger gerecht, sondern es bildet

auch für den fortgeschrittenen und den ausgebildeten Chemiker eine Quelle der Anregung und Belehrung. Für den Studenten kann es als eine vorzügliche Ergänzung und Vertiefung der Experimentalvorlesung über anorganische Chemie gelten, die weit hinausreicht über die üblichen knapp gefaßten Repetitorien, die im wesentlichen nur den Ehrgeiz haben, das „zum Examen nötige“ möglichst kurz und ohne bedeutende Ansprüche an die geistige Tätigkeit des Lesers zu vermitteln. Der Verfasser hat es verstanden, den weitverzweigten Stoff in klarer und übersichtlicher Weise, den Inhalt vom Einfachen bis zu den verwickeltsten Fragen der modernen Lehre geschickt steigernd vorzutragen. Dabei ist die äußere Form der Darstellung eine lebendige und anregende, man könnte sie an manchen Stellen geradezu eine „spannende“ nennen. Diese günstige Wirkung wird sowohl durch den lebhaften und individuellen Stil als auch dadurch erzielt, daß das vorgetragene Tatsachenmaterial überall, wo solche Beziehungen bestehen, mit kosmischen, physiologischen und technischen Fragen verknüpft wird. Trotz der Fülle des behandelten Stoffes — es bleibt keine Frage unberührt, die heute die Wissenschaft und die Technik irgendwie lebhafter bewegt — macht sich doch niemals ein Gefühl der Verwirrung oder Überfülle geltend. Freilich ist nicht zu leugnen, daß der Studierende ein hohes Maß von Arbeit auf die Bewältigung des reichen Inhalts verwenden müssen, doch wird dieser Energieaufwand durch die Aneignung eines fast vollkommenen Überblickes über die Anschauungen und die Tatsachen der modernen anorganischen Chemie belohnt werden.

Sehr erfreulich ist es, daß der Verfasser auch die sogenannten seltenen Elemente mit einiger Ausführlichkeit behandelt hat; denn tatsächlich ist die Vernachlässigung, die sie meist in der akademischen Vorlesung und stets in den zum Unterricht bestimmten Lehrbüchern erfahren, in nichts gerechtfertigt. Sowohl theoretisch wie praktisch verdienen heute viele seltener vorkommende Stoffe das gleiche Interesse wie die in der Natur häufig anzutreffenden, abgesehen davon, daß der Begriff „selten“ vielfach ein rein willkürlicher ist. Man wird z. B. behaupten dürfen, daß die Elemente Jod oder Strontium heute weit eher unter die seltenen Stoffe zu rechnen sind als etwa Cer oder Titan.

Das Gesagte wird genügen, um ein annäherndes Bild von der Art der Darstellung und der Begrenzung des behandelten Stoffes zu geben. Es bleibt zu erörtern, wie der Verfasser sich zur theoretischen Seite der Lehre gestellt hat, insbesondere wie er die theoretischen Fragen mit dem Tatsachenmaterial verknüpft hat. Auch in dieser Beziehung scheint er mir meist von einem glücklichen Gefühl für das zweckmäßige geleitet worden zu sein. Ausgehend von der gewiß richtigen Erwägung, daß ein Lehrbuch der Experimentalchemie, wie der chemische Unterricht überhaupt, vom Experiment, von der Beobachtung ausgehen muß, werden im allgemeinen die Tatsachen in den Vordergrund gestellt und die Verallgemeinerungen im Anschluß hieran an passenden Stellen eingefügt. Daß diese induktive Methode nicht überall streng durchgeführt wird, halte ich für keinen Fehler, da ein gelegentliches Vorgreifen in der Einführung theoretischer Begriffe und Gesetzmäßigkeiten aus pädagogischen Zweckmäßigkeitsgründen durchaus gerechtfertigt sein kann, ohne daß man damit bei einem akademisch gebildeten Leser befürchten muß, Verwirrung zu stiften. So erscheint z. B. die Einführung des Ionenbegriffes bei Gelegenheit der Behandlung der Leitfähigkeit des Wassers auf Seite 51 ganz am Platze,

obwohl eine Erörterung der Theorie der elektrolytischen Dissoziation erst an späteren Stellen erfolgt. Dagegen wird man es bedauern müssen, daß eine wenn auch nur oberflächliche Begründung dieser Theorie sich an keiner Stelle des Buches findet. Es fehlt eine Erwähnung der fundamentalen Beziehung zwischen Gasen und verdünnten Lösungen der Elektrolyte und dementsprechend auch eine Erläuterung des Begriffes des osmotischen Druckes, womit im Zusammenhange steht, daß der Name *van't Hoff's* nur einmal bei Gelegenheit der ozeanischen Salzablagerungen Erwähnung findet.

Sehr spät, nach Ansicht des Berichterstatters allzu spät, erst auf Seite 694, wird das periodische System der Elemente eingeführt. Verfasser hat nämlich nach Abhandlung des speziellen Teiles, der, wie üblich, in Metalle und Nichtmetalle zerfällt, sechs besondere Kapitel angefügt: 1. Neuere anorganische Strukturlehre vom Standpunkte A. Werners aus, die einen kurzen aber in seiner Klarheit ausgezeichneten Überblick über dieses wichtige Thema gibt, 2. Die Molekularstruktur der Kristalle (Gitterstruktur und Röntgenstrahlen), 3. Chemisch indifferente Stoffe (Edelgase), 4. Das periodische System der Elemente, 5. Die radioaktiven Stoffe und 6. Verbreitung der Elemente außerhalb der Erdoberfläche. Was zunächst die Edelgase (Argon, Helium usw.) betrifft, die — offenbar wegen ihres „unchemischen“ Charakters — überhaupt ein wenig stiefmütterlich behandelt werden, so wären sie nach meiner Ansicht wegen ihrer kosmischen, theoretischen und der neuerdings noch dazukommenden praktischen Bedeutung besser hinter den Hauptgasen eingereiht worden. Das periodische System dagegen würde eine angemessenere Stelle an der Spitze der Metalle gefunden haben. Gänzlich isoliert, wie es bei *Hofmann* erscheint, kommt die überragende Bedeutung, die dieser Verallgemeinerung grade vom pädagogischen Standpunkte aus für die Betrachtung der gegenseitigen Beziehungen der Elemente und ihrer Verbindungen zukommt, nicht genügend zum Ausdruck. Losgelöst vom Haupttext des Buches kann dieser Abschnitt für die so fruchtbare vergleichende Erörterung der Abstufung der Eigenschaften und der Verwandtschaftsbeziehungen nicht hinreichend nutzbar gemacht werden.

Den Schluß des Buches bildet ein 20 Seiten langes Kapitel über Schieß- und Sprengstoffe, das ein anschauliches Bild von der Entwicklung und dem Stande dieses Gegenstandes bietet. Man wird freilich nicht ohne Berechtigung die Frage aufwerfen dürfen, warum grade dieser Abschnitt aus der chemischen Technologie in einem Lehrbuche der anorganischen Chemie eine ausführlichere Sonderbehandlung erfahren hat. Vermutlich ist der Verfasser im Hinblick auf die aktuelle Bedeutung, die diesem Thema zukommt, zu einer solchen Bevorzugung desselben veranlaßt worden. Man mag über die Notwendigkeit dieses Abschnittes, der den an sich schon beträchtlichen Umfang des Buches noch vergrößert, verschiedener Meinung sein können, wird aber anerkennen müssen, daß es sich inhaltlich um eine sehr wertvolle Zugabe handelt. Schließlich sei noch Druck und Ausstattung des Buches lobend erwähnt. Lob verdienen besonders die zahlreichen Abbildungen, die nach Auswahl und Zeichnung tatsächlich geeignet sind, den Text in wertvoller Weise zu unterstützen. Selbstverständliche und darum überflüssige Figuren, die manchen Lehrbüchern den Charakter von Bilderbüchern verleihen, sind nirgends aufgenommen worden. Auch die Unterschriften unter den Abbildungen sind kurz und treffend, ein nicht zu unter-

schätzender Vorteil! Die schönen Spektraltafeln, die wir zum Teil schon aus dem im gleichen Verlage erschienenen Lehrbuche von *H. Erdmann* kennen, sind noch durch einige vorzügliche Wiedergaben von Absorptionsspektren der seltenen Erden vermehrt worden.

Faßt man den Gesamteindruck des Werkes zusammen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß wir dem Verfasser für diese Gabe dankbar sein müssen. Er hat ein ausgezeichnetes Lehrbuch geschaffen, das zwar an die Aufnahmefähigkeit des Anfängers hohe Ansprüche stellt, dafür aber auch bei aller Fülle des behandelten Stoffes einen ebenso klaren wie lebendigen Überblick über das Gesamtgebiet der modernen anorganischen Chemie vermittelt.

Der Gedanke liegt nahe, die hier geleistete mühevollen Arbeit durch Schaffung eines umfassenderen Werkes, vielleicht doppelten Umfanges, weiter nutzbar zu machen, zu erweitern und zu ergänzen. In einem solchen brauchte auf die Bedürfnisse des Anfängers nicht allzu große Rücksicht genommen zu werden und man könnte von einer Erörterung der physikalisch-chemischen Grundlagen im wesentlichen absehen, um das Tatsachenmaterial mit Einschluß der Konstitutionslehre weiter auszubauen und zu vertiefen. Ein solches Buch ist heute noch immer ein lebhaft empfundenes Bedürfnis. Die umfassende und erfolgreiche Vorarbeit, die der Herr Verfasser bereits geleistet hat, würde grade ihn als Autor einer solchen erweiterten Fassung als in hohem Maße geeignet erscheinen lassen. Vielleicht kann diese bescheidene Anregung dazu dienen, den Gedanken der Verwirklichung näher zu bringen.

R. J. Meyer, Berlin.

Förster, Hans, Bäume in Berg und Mark sowie einigen angrenzenden Landesteilen im Arbeitsgebiet des Bergischen Komitees für Naturdenkmalpflege. Herausgegeben vom Bergischen Komitee für Naturdenkmalpflege. Berlin, Gebr. Bornträger, 1918. XVI, 168 S. und 15 Tafeln. Preis geb. M. 3,—, geb. M. 4,50.

Das Bergische Komitee für Naturdenkmalpflege hat durch die Herausgabe des vorliegenden Inventars, das über alle in seinem Arbeitsgebiet zwischen Rhein, Ruhr, Lenne und Sieg stehenden bedeutsamen Baumindividuen Auskunft gibt, eine außerordentlich nützliche Tat im Dienste der Heimatkunde und der Naturdenkmalpflege getan. Der Verfasser, der durch eingehende Studien über Naturdenkmäler botanischer Art sich verdient gemacht hat, berichtet auf Grund eigener Anschauung über alle Buchen und Linden, Eichen, Ulmen, Pappeln, Eschen, Birken, vor allem auch über die Hülsen oder Stechpalmen, sowie über Buchsbaumindividuen, über einheimische und ausländische Koniferen, die durch Alter und Größe, Schönheit oder Absonderlichkeit des Wuchses ausgezeichnet sind. Ihre Lage wird beschrieben, Höhe und Umfang werden gemessen. Alles Wissenswerte über Umgebung und Lebensbedingungen wird mitgeteilt. Dankenswerter Weise vergißt der Verfasser nicht das, was Geschichte und Volksmund von Bäumen zu sagen wissen; wir hören von Grenzbäumen, Gerichts- und Vömlinden, Andachtsstätten usw. sowie von der hohen Dr. Förster-Hölse im Kreise Wipperfurth; auch der malerischen Wirkung der Bäume im Landschaftsbild wird gedacht. Im Anhang gibt Verfasser eine Anweisung zur Ausmauerung hohler Bäume und eine Liste der im deutschen Verbreitungsgebiet vorkommenden stärksten Hülsenbäume.

E. Küster, Bonn.

Jaeger, F. M., *Lectures on the principle of symmetry and its applications in all natural sciences*. Amsterdam, Publishing Company „Elsevier“, 1917. XII, 33 S. und 170 Textfiguren.

Das inhaltreiche und mit Sorgfalt abgefaßte Buch, das aus Vorlesungen hervorgegangen und einem der bedeutendsten organischen Chemiker Englands, W. J. Pope in Cambridge, gewidmet ist, will den Naturwissenschaftler zu neuen Beobachtungen und Experimenten anregen. Es trägt kompilatorischen Charakter mit Ausnahme einiger Bemerkungen über die Symmetrie physikalischer Vorgänge und über etwaige Methoden, asymmetrische Molekeln organischer Verbindungen synthetisch darzustellen.

Zunächst werden die verschiedenen Arten von Symmetrie, d. h. von regelmäßiger Wiederholung der Teile eines Gebildes, geschildert. So kommen manche Gestalten durch eine Spiegelung, andere durch eine Drehung, wieder andere durch Spiegelung + Drehung = Drehspiegelung in eine Lage, die von der anfänglichen nicht zu unterscheiden ist; solche Operationen heißen *Symmetrioperationen*, und die *Symmetrieelemente* sind Spiegelungsebene, Drehungsachse und Drehspiegelungsachse bzw. Drehspiegelungsebene. Besitzt eine Figur mehrere Symmetrieeigenschaften zugleich, so stehen deren Operationen in einem gewissen mathematischen Zusammenhang, der von der sogenannten „Gruppentheorie“ dargestellt wird. Sämtliche Symmetrioperationen einer beliebigen Figur bilden eine Gruppe, und da es unendlich viele in symmetrischer Hinsicht verschiedene Figuren gibt, so existieren auch unendlich viele verschiedene Symmetriegruppen. Im Reich der Kristalle dagegen können nicht alle, sondern nur 32 ganz bestimmte Symmetriegruppen auftreten, die Johann Friedrich Christian Hessel schon im Jahre 1830 aus dem Haüy'schen Grundgesetz der Kristallmorphologie ableitete — eine Ableitung, welche seitdem die stärksten empirischen Bestätigungen erhalten hat. Die Mehrzahl jener 32 Gruppen läßt sich übrigens auch in der Welt der Organismen, z. B. in den Gestalten von Blüten und Früchten erkennen; umgekehrt findet man unter diesen so manchen Symmetriecharakter, der den Kristallen fremd ist, indem er außerhalb der erwähnten 32 Gruppen liegt. Freilich ist, was Referent gegenüber dem Verfasser betonen möchte, die einer Frucht oder einem sonstigen Organismus von Jaeger zugeschriebene Symmetrie niemals so genau erfüllt wie bei Kristallen; stets muß man im ersten Falle von gewissen kleinen Unregelmäßigkeiten abstrahieren und somit eine Idealisierung oder eine Stilisierung vornehmen.

Von Interesse sind des Verfassers Bemerkungen über die Symmetrie physikalischer Vorgänge; betrachtet man z. B. einen Magnetstab als einen von elektrischen Kreisströmen umgebenen Zylinder, so ergibt sich offenbar eine andre Symmetrie, als wenn man den Stab einfach als einen mit zwei verschiedenen Enden (Polen) ausgestatteten Zylinder ansieht. Diese und ähnliche Betrachtungen Jaegers sind in erkenntnistheoretischer Hinsicht fraglos einer weitgehenden Vertiefung fähig, worauf Referent bei anderer Gelegenheit zurückzukommen gedenkt.

Die Erörterung von Blattstellungen und deren Beziehung zum goldenen Schnitt gehen wohl etwas über die Grenzen des eigentlichen Symmetriebegriffes hinaus, sind aber nichtsdestoweniger recht interessant.

Sehr ausführlich bespricht Jaeger die „asymmetrischen“, d. h. die von Drehspiegelungs- und Spiegelungs-, symmetrie freien Molekeln; diese besitzen also ent-

weder überhaupt keine Symmetrie oder lediglich Drehsungsachsen. Derartige Objekte sind bekanntlich mit ihrem Spiegelbilde nicht kongruent und daher mit diesem durch keinerlei bloße Bewegung zur Deckung zu bringen; sie verhalten sich zu ihrem Spiegelbilde wie rechte und linke Hand. Zwei solche Formen, die einander spiegelbildlich gleich und doch nicht kongruent sind, heißen „*enantiomorph*“. So sind die Molekeln der Rechtsweinsäure zu denen der Linksweinsäure enantiomorph. Zwei chemische Verbindungen mit enantiomorphen Molekeln bieten die Beziehung der „optischen Isomerie“ dar; dreht nämlich die Lösung der einen Verbindung die Schwingungsebene eines eindringenden polarisierten Lichtstrahles nach rechts, so dreht die andere Verbindung nach links. Die Drehungswinkel sind, vom Drehungssinne abgesehen, in beiden Fällen gleich, wenn man gleich konzentrierte und gleich dicke Lösungsschichten bei einer und derselben Temperatur mit gleichem homogenen Licht durchstrahlt. Statt einer solchen optisch aktiven Verbindung erhält man bei der chemischen Synthese, wenn man von inaktiven Ausgangsstoffen ausgeht, entweder sogenannte *Razemkörper*, d. h. eine in sich kompenzierte Vereinigung beider optischen Antipoden, oder ein Gemenge der beiden letzteren im Verhältnis 1 : 1.

L. Pasteur entdeckte 1848, wie man jene inaktiven *Razemkörper* in ihre Komponenten zerlegen bzw. eine der Komponenten zerstören kann. Zugleich erkannte er, daß zwei solche optisch isomere Verbindungen in enantiomorphen Kristallformen auftreten müssen, und schloß, daß die betreffenden Verbindungen aus enantiomorphen Molekeln aufgebaut seien.

J. H. van't Hoff und J. A. Le Bel stellten im Jahre 1874 unabhängig von einander die Theorie auf, daß derartige chemische Verbindungen stets ein vier- oder mehrwertiges Atom im Molekül enthalten müßten, dessen Valenzen durch mindestens 4 verschiedene Atomarten oder Radikale abgesättigt seien. Außer den vielen Verbindungen mit „asymmetrischem Kohlenstoffatom“ kennt man dank J. A. Le Bel (1891) auch Stoffe mit einem asymmetrischen Atom des fünfwertigen Stickstoffs, durch W. J. Pope und seine Schüler (seit 1900) asymmetrische Schwefel-, Selen- und Zinnatome, durch F. S. Kipping (1907) asymmetrisches Silizium und durch J. Meisenheimer und L. Lichtenstadt (1911) asymmetrisch-fünfwertigen Phosphor.

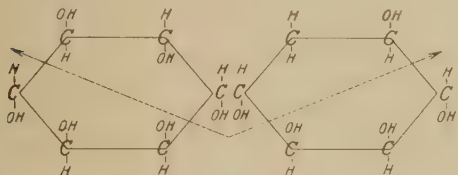
Zweierlei große Errungenschaften waren in den letzten Jahrzehnten seitdem zu verzeichnen. Erstens A. Werners Darstellung einer Anzahl komplexer Kobalt-, Chrom-, Rhodium- und Eisensalze, welche, obwohl ohne eigentliches „asymmetrisches Atom“, doch zweierlei enantiomorphe Molekeln und dementsprechend auch optische Antipoden liefern; das optische Drehungsvermögen dieser Verbindungen ist sogar zum Teil ganz enorm und wird nur von demjenigen einiger flüssiger Kristallarten D. Vorländer's übertroffen, die von E. Hut und von F. Stumpf optisch untersucht worden sind. So besitzt beispielsweise Werners' Triäthylen-diaminkobaltiperechlorat



für eine Wellenlänge $\lambda = 510 \mu\mu$ ein spezifisches Drehungsvermögen $\alpha = 2550^\circ$.

Als Beispiel solcher enantiomorpher Molekeln ohne „asymmetrisches Atom“ seien in der begleitenden Textfigur die Strukturformeln des von Wieland dargestellten Rechts- und Links-Inosit veranschaulicht; der jede Formel durchsetzende Pfeil stellt die den beiderlei Molekeln eigentümliche zweizählige Symmetrieachse (Drehungsachse) dar, indem jede Inosit-Molekel die Eigen-

tümlichkeit besitzt, durch eine halbe Umdrehung ($\frac{360^\circ}{2}$) um die Pfeilrichtung mit sich selbst wieder zur Dekkung zu gelangen; beide Molekeln sind, wie die Textfigur erkennen läßt, enantiomorph.



Die zweite große Entdeckung der letzten Jahrzehnte auf diesem Gebiete ist die sogenannte „Waldensche Umkehrung“, die im Jahre 1896 von P. Walden aufgefunden wurde. Ein Fall solcher Umkehrung ist folgender: Behandelt man rechtsdrehende Äpfelsäure mit Phosphortribromid, so entsteht linksdrehende Brombernsteinsäure, welche, mit Silberoxyd versetzt, linksdrehende Äpfelsäure liefert; behandelt man die genannte linksdrehende Brombernsteinsäure dagegen mit Kalilauge statt mit Ag_2O , so bildet sich die rechtsdrehende Äpfelsäure zurück.

Von großem Interesse ist auch die Genese aktiver Verbindungen ohne ihren optischen Antipoden in Pflanzen und Tieren; so tritt im Spargel nur linksdrehendes Asparagin, kein rechtsdrehendes auf, der natürliche Rohrzucker dreht in wässriger Lösung stets rechts, in der Tabakpflanze findet sich nur linksdrehendes Nikotin, und das Glutin der tierischen Knochen dreht links.

In den betreffenden Organismen ist wahrscheinlich irgendwelche asymmetrische Verbindung, welche die Bildung des einen optischen Antipoden vor der des anderen begünstigt. Hiermit hängt es fraglos zusammen, daß manche Antipoden auf unsere Geschmacksnerven und unsern Organismus verschieden einwirken; so schmeckt das rechtsdrehende Asparagin süß, das linksdrehende fade, und das linksdrehende Nikotin ist doppelt so giftig als das rechtsdrehende.

Die Frage, auf welchem Wege die erste direkte asymmetrische Synthese sich in der Natur vollzog, könnte vielleicht experimentell beantwortet werden. J. Meyer (1903) und A. Byk (1904) haben hierüber sehr bemerkenswerte Betrachtungen angestellt. Nach Byk absorbieren die optisch aktiven Kupferalkalitrartrate rechtszirkulärpolarisiertes Licht in anderem Betrage als linkszirkulares; die photochemische Wirkung von rechtszirkulärem (oder linkszirkulärem) Licht muß daher beiden Antipoden gegenüber verschieden sein. Solches Licht entsteht auf der Erde bei Reflexion an Wasserspiegeln unter dem Einfluß des Erdmagnetismus (H. Becquerel 1899). Nach Jaeger kann bei der Elektrolyse zweier Antipoden in einem Magnetfelde, dessen Kraftlinien dem elektrischen Strome parallel laufen, der eine Antipode schneller zersetzt werden als der andre, besonders wenn sich bei der Elektrolyse Kationen von großer magnetischer Suszeptibilität bilden, wie beispielsweise Eisen-Ionen.

Referent hat hiermit nur einen kleinen Ausschnitt aus dem reichhaltigen Jaegerschen Werke gegeben, welches hiermit — auch um seiner vielen guten Figuren willen — bestens empfohlen sei.

A. Johnsen, Kiel.

Biologische Mitteilungen.

Die Wirkung der Versalzung der Gewässer auf ihre Fauna. Eine im Jahre 1912 durchgeführte, 1914 veröffentlichte Untersuchung¹⁾ darüber, wieviel Salz einzelne Süßwassertiere vertragen können, wenn man die Lösungen reiner, d. h. mit anderen unvermischter, Salze verwendet, hatte bei ihrer Auswertung zu der Frage geführt, ob überhaupt bei eintretender Schädigung der Versuchstiere der Salzgehalt an und für sich oder etwa nur die einzelnen Komponenten der Versalzung verantwortlich zu machen seien, das heißt also, ob diese Beeinträchtigung auf Rechnung des osmotischen Druckes oder der Intoxikation durch einzelne Ionen zu setzen ist. Die endgültige Beantwortung dieser Frage ließ sich natürlich nicht von Laboratoriumsversuchen erwarten, sondern mußte der Natur selber abgelauscht werden, die selbst brauchbare Vorstellungen darüber vermitteln mußte, ob und inwieweit eine (künstliche oder natürliche) Versalzung der Gewässer für die Lebensformen des Süßwassers zuträglich sei, und auf welche Weise Schädigungen der Fauna eintreten. Zum Zweck dieser Erkenntnis wurden vom September 1913 an in der Wipper (Thüringen) hydrobiologische Untersuchungen angestellt, die zunächst bis zum Ausbruch des Krieges dauerten und dann vom August bis Anfang November 1916 fortgesetzt wurden.

Das Programm für diese Arbeiten war mit der Fragestellung gegeben. Es handelte sich zunächst darum, festzustellen, ob eine (hier künstliche) Versalzung des Flusses hinsichtlich der Verbreitung einzelner Tiere eine schädigende oder überhaupt eine Wirkung erkennen ließ, und wenn ja, auf welche Ursache eine solche Beeinflussung zurückzuführen sei. Es ist hier von vornherein zu bemerken, daß bei allen diesen Untersuchungen die Fähigkeit der Süßwasserfische, in versalzenen Gewässern zu leben und sich fortzupflanzen, nicht unmittelbar oder wenigstens erst in zweiter Linie untersucht oder berücksichtigt werden konnte. Aber der Fisch ist in seinem Gedeihen natürlich abhängig von dem unbehinderten Fortbestand der ihm zur Nahrung dienenden Süßwasserbewohner, und ein Teil jener oben skizzierten Frage ließ sich für den Fisch wenigstens mittelbar beantworten, d. h. durch die Feststellung, ob seine Futtertiere durch die Versalzung geschädigt würden. Über die Versalzung der Wipper²⁾ sei hier nur kurz bemerkt, daß die natürliche Salzführung nicht sehr bedeutend ist; sie beträgt etwa 420 mg im Liter bei der hohen durchschnittlichen natürlichen Härte von 200, die im wesentlichen auf hohen Gipsgehalt zurückzuführen ist. An verschiedenen Stellen werden dem Fluß teils unmittelbar, teils durch Vermittlung damit beladener Nebenbäche Abwässer aus den Werken

¹⁾ E. Hirsch, Zoolog. Jahrb. Abtlg. f. Physiol. Bd. 34, 1914.

²⁾ Das Ergebnis jener Untersuchungen liegt bisher nur in einer vorläufigen Mitteilung über die Ergebnisse einer biologischen Untersuchung des versalzten Flußgebietes der Wipper vor (E. Hirsch, Arch. f. Hydrobiol. und Planktonkde. Bd. 12, 1918), da die Drucklegung der ausführlichen Darstellung ihrer Ergebnisse wegen der augenblicklich herrschenden Papierknappheit vorläufig nicht möglich ist. Während die später folgende Hauptveröffentlichung in gewissem Sinne als eine Monographie der Wipper und ihres Flußgebietes geplant ist, enthält die vorläufige Mitteilung nur eine kurze Darstellung der chemischen Verhältnisse und der sonstigen örtlichen und faunistischen Besonderheiten des Flußlaufes.

der Kaliindustrie zugeführt, die im wesentlichen $MgCl_2$ enthaltend, zwar Härte und Gesamtversalzung bedeutend erhöhen, den Überschuß an Gips jedoch beträchtlich abschwächen. Ausführlicher wird in der vorläufigen Mitteilung das Vorkommen der verschiedenen Tiergruppen in den untersuchten Gebieten besprochen und auf einzelne von den Erscheinungen und Tatsachen hingewiesen, die zu dem Urteil führen, das in der ausführlichen Abhandlung gefällt und eingehend begründet wird.

Bei ungleichmäßiger Verbreitung einzelner Tierformen über das untersuchte Gebiet zeigt sich, daß die Höhe an und für sich der Gesamtversalzung für die Verteilung der Tiere über den versalzten Fluß nicht maßgebend sein kann, da die Hauptverbreitungsgebiete solcher besonders beobachteter Organismen gerade in den am stärksten versalzten Teilen des Gewässers liegen. Wenn schon diese Tatsache dafür spricht, daß hier eine andere Wirkungsweise der Versalzung bei dem Einfluß auf die Tierwelt anzunehmen ist, so läßt ein weiterer Untersuchungsbefund noch unmittelbarer auf jene Wirkungsart selbst schließen.

In dem Gebiet der Nebenflüsse der Wipper (der Bode und des Rhins) machte sich nämlich bei geringem Salzgehalt ein auffallender Formenmangel geltend, selbst wenn man die Fangplätze in den betreffenden Bächen mit hydrographisch entsprechenden Stellen in der Wipper vergleicht. Wo also die örtlichen Verhältnisse an und für sich nicht den Grund für die mangelhafte Besiedelung abgeben können, müssen zweifellos die chemischen Zustände der Gewässer dafür verantwortlich gemacht werden. Da nun diese Stellen auch weniger stark bevölkert sind als andere in der Wipper mit fast doppelt so hohem Salzgehalt, so folgt daraus, daß auch in diesem Fall die Höhe an und für sich des Salzgehaltes nicht maßgebend sein kann, sondern nur eine Besonderheit seiner Zusammensetzung.

Dieser Gedanke stützt sich besonders auch auf folgendes: Die weitgehenden Untersuchungen von J. Loeb und seiner Schule haben auf die toxische Wirkung der einzelnen Ionen der Salze hingewiesen und dabei ergeben, daß sich diese Wirkung durch die Hinzufügung eines anderen „entgiftenden“ Ions aufheben läßt. (So läßt sich Na durch K, Mg durch Ca unschädlich machen und auch eine umgekehrt gerichtete Entgiftung kann zwischen je zwei dieser Ionen stattfinden.) Auf Grund dieser und anderer Versuche und Ergebnisse war dann vom Verfasser bereits früher rein theoretisch¹⁾ der Standpunkt vertreten worden, daß die Zusammensetzung der Versalzung bei einer Schädigung der Wassertiere in Betracht kommen müsse. Die Ansicht war gebildet und ausgesprochen: *die Salze im Süßwasser müßten in sich gewissermaßen „entgiftet“ sein*; natürlich ist das nur ein Idealzustand, der im Wasser, wie es in der Natur vorkommt (außer im Meereswasser, worauf hier aber nicht eingegangen werden kann), nicht verwirklicht ist. Hier erfolgt dann eine *Schädigung der Fauna durch die Ionen des nicht entgifteten Überschusses eines Salzes*, aber erst dann, wenn die Gesamtkonzentration¹⁾ des Gewässers einen gewissen bisher noch nicht näher bestimmten Grad überschreitet.

Nun ergab sich bei der chemischen Untersuchung jener so gering besiedelten Bäche im Gebiet der Wipper, daß dort ein *außergewöhnlich hoher Überschuß an $CaSO_4$* vorlag. Das wesentliche Überwiegen von SO_4 über Cl führte in andern Fällen nicht zu besonders be-

merkenswerten Schädigungen der Fauna; daher muß angenommen werden, daß *die eigentümlichen Mischungsverhältnisse* von Ca und Mg für die schwache Besiedelung *verantwortlich zu machen* sind. Damit läßt sich dann auch *die eigenartige Verbreitung einzelner Tierformen* in der Wipper selbst erklären. Es ließ sich nachweisen, daß sich dort eine buntere Tierwelt erst mit dem allmählichen Ausgleich des im Oberlauf der Wipper noch bedeutenden Überschusses an Ca durch das aus den Werken der Kaliindustrie zugeführte Mg zu entwickeln beginnt. In entsprechender Weise läßt sich aber auch bemerken, daß einzelne Organismen bei weiterer Verschiebung des Verhältnisses Ca : Mg zugunsten des Mg vor diesem zurückweichen. Auf nähere faunistische Einzelheiten kann hier leider nicht eingegangen werden, jedoch lassen sich für eine derartige Auffassung sehr viele ins Feld führen.

Damit soll nun aber nicht gesagt sein, daß durch diese Untersuchung die Frage, ob der osmotische Druck oder die Wirkung des einzelnen Ions bei Salzwässern für eintretende Schädigungen der Fauna verantwortlich zu machen ist, endgültig entschieden ist. Die Meinung, daß die toxischen Wirkungen des einzelnen Ions hierbei die Hauptrolle spielen, läßt sich vielleicht aufrechterhalten, jedoch ist wohl anzunehmen, daß diese Auffassung selbst bei weiterer Untersuchung noch anderer Gewässer in gewissen Punkten eine Umbildung erfahren wird.

Autoreferat.

Moderne Fragen der Elektrotherapie. (Vortrag, gehalten am 14. Juni in der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg i. H., von K. Bangert.) Die Elektromedizin sieht ihre vornehmlichste Aufgabe darin, mit Hilfe des elektrischen Stromes nicht nur Krankheiten zu erkennen, sondern auch zu heilen; nicht nur der Gleichstrom, auch der niederfrequente Wechselstrom, die hochfrequenten Wechselströme, die statische Elektrizität, gehören zu ihrem sicheren Bestand. Jede dieser Stromarten leistet für sich auf bestimmten Gebieten hervorragendes. Sie sind zwar wie viele andere Heilmittel keine Allheilmittel, doch sind typische Wirkungen vorhanden. Betrachtet man die Röntgenstrahlen, die Lichtstrahlen und die Wärmestrahlen nach moderner Anschauung als elektromagnetische Schwingungen wie die Hochfrequenzströme selbst, so kann man auch den niederfrequenten Wechselstrom, und sogar den Gleichstrom, ebenfalls als langwellige Schwingungen — den Gleichstrom mit unendlich großer Wellenlänge — darunter begreifen und dementsprechend die therapeutische Anwendung aller dieser Strahlen als Strahlentherapie bezeichnen¹⁾. Vom elektromedizinischen Standpunkt fehlen aber solche Analogien. Bei der Einwirkung des elektrischen Stromes treten eine große Zahl biologischer und physiologischer Faktoren auf, welche das physikalisch einheitliche Bild trüben. Es bestehen zudem viele Lücken in den Erklärungen des erreichten klinischen Befundes, worunter auch die konstruktive Durchbildung der Hilfsapparate leidet.

Der menschliche Körper im Sinne eines Leiters der Elektrizität befindet sich in der Regel in einem geschlossenen Leiterkreis, in welchem vom physikalischen Standpunkt aus die elektrischen Verhältnisse eindeutig definierbar sind, so durch das Ohmsche Gesetz und

¹⁾ Heusner, Die elektromagnetischen Schwingungen, ihre biochemische Wirkung und therapeutische Verwendung, Strahlentherapie 1915, 6, 70.

Bangert, Moderne Strahlentherapie, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1916, H. 1.

¹⁾ Hirsch, E., Salzwässer und Salzfaunen. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkde. Bd. 10. 1914/15.

das Joulesche Gesetz. Bezüglich der Widerstandsbestimmung, aus welcher man krankhafte Veränderungen herleiten kann, liegen eindeutige Resultate wegen des Auftretens elektromotorischer Gegenkräfte (*Gildemeister*) noch nicht vor. Die nach dem Jouleschen Gesetz auftretende und bestimmbare Erwärmung ist bei Gleichstrom und niederfrequentem Wechselstrom nicht meßbar, weil sich infolge von Reizwirkungen keine großen Strommengen applizieren lassen. Erst die Einführung der Hochfrequenzströme ergab auch eine Erwärmung des Körpergewebes und zeigte, welche Wege der Strom im Körper hauptsächlich nimmt¹⁾.

Im Vortrage wurden nur die Apparate für Galvanisation, Sinusfaradisation und Faradisation näher erörtert. Es wurde gezeigt, daß nach Versorgung der Städte mit elektrischem Strom dieser direkt angewendet wurde, womit aber Gefahren verknüpft waren, weil die Apparate nicht erdschlußfrei waren. Man hat daher besondere kleine Dynamomaschinen den Behandlungsapparaten beigegeben und diese durch einen Antriebsmotor betrieben.

Was die Anwendung des Wechselstroms angeht, so wurde gezeigt, daß es lediglich auf die Dosierung und die Elektrodenapplikation ankommt, weil der Gefährpunkt bei der Applikation dieser Stromart im Herzen liegt, entsprechend den Resultaten *Herings* und *Boruttas*²⁾.

An Hand von Oszillogrammen wurde gezeigt, welchen Strom- und Spannungsverlauf die Schlitteninduktoren für Faradisation unter den verschiedenen Betriebsbedingungen haben³⁾ und es wurde erörtert, daß diese so verschiedenartig sind, daß sehr häufig der Apparat nicht den Spannungsverlauf hergibt, der von vornherein erwartet wurde. Bezüglich der Dosierung der Stromarten wurde gezeigt, daß man bei der Galvanisation vorläufig die Schwellenstromstärke bestimmt, welche eine eben gerade sichtbare Zuckung hervorruft. Dabei ist man sich bewußt, daß die an einem empfindlichen Strommeßgerät abgelesene Stromstärke nicht den eigentlichen Reizwert darstellt⁴⁾.

Bei der Dosierung der faradischen Ströme des Schlitteninduktors hat man sich bis heute aus Mangel an geeigneten Meßgeräten damit begnügt, den Abstand der primären von der sekundären verschiebbaren Spule, den Rollenabstand, anzugeben.

Nach einem kurzen Überblick über die Applikation der Hochfrequenzströme, insbesondere beim Diathermieverfahren, wird ein kurzer Überblick auf die Lichttherapie, die Forderungen der Lichttherapeuten und die Tatsachen aus der Beleuchtungstechnik im allgemeinen

gegeben, und es wird speziell das Problem der Erzeugung einer Strahlung von sonnenähnlichem Charakter mit Hilfe einer künstlichen Lichtquelle erörtert¹⁾ und eine vorläufige Lösung, die Siemens-Aureollampe, angeführt.

Den Vortrag beschloß ein in kurzen Strichen gezeichnetes Bild der modernen Anschauung, speziell in der Tiefentherapie auf Grund der seit einigen Jahren bekannten gasfreien Röntgenröhren.

Autoreferat.

Astronomische Mitteilungen.

Die Anziehung eines unendlichen Sternsystems.

Unter der Voraussetzung eines Euklidischen Raumes und der Newtonschen Massenanziehung sind über den Aufbau des Weltalls drei Annahmen möglich:

1. Sämtliche Massen liegen innerhalb eines endlichen Gebietes;
2. Außerhalb einer Kugel von genügend großem Radius ist nur ein unendlich kleiner Bruchteil aller Massen vorhanden;
3. Innerhalb jeder Kugel von genügend großem Radius sind die Massen annähernd gleichmäßig verteilt.

Gegen die erste Annahme spricht der schon von A. Einstein in seinen kosmologischen Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie (Berliner Ber. 1917) gemachte sogenannte Verödungseinwand. Da nämlich das Newtonsche Potential einen endlichen Grenzwert im Unendlichen besitzt, kann sich ein Himmelskörper, wenn er nur genügend viel Energie in sich vereinigt, auf Nimmerwiedersehen ins Unendliche entfernen, was nur dann unmöglich wäre, wenn der Grenzwert einen sehr hohen Betrag erreichte. Eine solche Annahme steht aber im Widerspruch mit den tatsächlich beobachteten Sternengeschwindigkeiten, die auf keinerlei so große Potentialdifferenz zwischen Endlichem und Unendlichem hinweisen.

Das Sternsystem wird also allmählich in den Zustand 2 übergehen. Ein Beispiel für eine derartig aufgebaute Welt brachte C. V. L. Charlier in einem „Wie eine unendliche Welt aufgebaut sein kann“ betitelten Aufsätze (*Meddel. fr. Lunds Astr. Obs. Nr. 38*). Er denkt sich unser Fixsternsystem als Mitglied eines Systems höherer Ordnung, ähnlich wie die Sonne und alle Fixsterne das Milchstraßensystem zusammensetzen, das System höherer Ordnung wieder als Individuum in einem System von noch höherer Ordnung usw. in inf. Durch gewisse plausible Annahmen über die Größe, Gestalt und Anordnung dieser ineinander geschachtelten Systeme läßt sich erreichen, daß trotz der unendlich vielen vorhandenen Massen ihre Gesamtheitigkeit und Gesamtanziehung bestimmte endliche Beträge besitzen und ebenso die Größenordnung der beobachteten Sternengeschwindigkeiten mit den entsprechenden theoretischen Resultaten in guter Übereinstimmung ist.

Gegen beide Annahmen 1 und 2, die einen Mittelpunkt der Welt voraussetzen, spricht aber das Prinzip der Relativität, welches die Gleichberechtigung aller Punkte fordert. Es bleibt also die dritte Annahme einer konstanten mittleren Massenverteilung im gesamten unendlichen Raum, wofür weder Verödungs- noch Relativitätseinwand Gültigkeit haben.

¹⁾ *Bangert*, Physikalische und technische Betrachtungen zur modernen Lichttherapie, Ztschr. f. phys. und diätet. Therapie 1918, H. 5/6.

¹⁾ *Wildermuth*, Stromleitung im menschlichen Körper. Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 1911, 22, H. 4.
Bucky, Der menschliche Körper als elektr. Leitungsnetz, E. T. Z. 1915, H. 51.

Bangert, Zur Frage der Elektrodenapplikation, Ztschr. f. phys. u. diätet. Therapie 1916.

Bangert, Einige Bemerkungen und Versuche zur Frage des Stromlinienverlaufs beim Diathermieverfahren, Zentralblatt für Röntgenstrahlen 1918.

²⁾ *Boruttaw*, Der Tod durch Elektrizität, Berl. klin. Wochenschr. 1916, Nr. 33.

Boruttaw, Todesfälle durch therapeutische Wechselstromanwendung und deren Verhütung, Dtsch. med. Wochenschrift Nr. 26, 1917.

³⁾ *Bangert*, Physikalische Bemerkungen zur Frage der gewöhnlichen Faradisation, Ztschr. f. phys. u. diätet. Therapie 1918, H. 9.

⁴⁾ *Gildemeister*, Theoretisches und Praktisches aus der neueren Physiologie, Münch. med. Wochenschrift 1911, Nr. 21.

R. Bach zeigt in einer in den Astr. Nachr. 206, 165 erschienenen Abhandlung, daß sich in diesem Fall die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Resultante der Anziehungskräfte sämtlicher unendlich vieler Massen innerhalb gewisser Grenzen liegt, als Grenzwert einer unendlichen Folge nichtanalytischer Funktionen darstellt, und zwar, wie sich durch numerische Ausrechnung dieses Grenzwertes ergibt, für endliche Werte der Gesamtanziehung eine endliche, von Null verschiedene Größe ist. Aus dem Gang der Rechnung folgt, daß die Anziehung aller unendlich vielen Sterne außerhalb einer Kugel von mäßigem Radius verschwindend gering und der wahrscheinlichste Wert der Anziehungskraft aller Sterne etwa gleich der Kraft ist, die auftreten würde, wenn nur die zwei nächsten Sterne allein vorhanden wären und in einer geraden Linie mit dem Aufpunkt lägen. Es können daher die abgeleiteten Formeln ohne weiteres auf die Kräfte im Innern von Sternhaufen angewendet werden, wobei es nur einer kleinen Modifikation bedürfte, um eine etwaige größere Konzentration der Sterne um den Mittelpunkt zu berücksichtigen. Aus der bekannten Masse und Entfernung des uns zunächst gelegenen Fixsterns α Centauri schließt Bach auf eine Ablenkung des Sonnensystems von seiner geradlinigen Bahn um $1''$ in 11 000 Jahren, während es im 14-fachen dieser Zeit bereits eine Strecke gleich der Entfernung Sonne — α Centauri zurückgelegt hätte, weshalb das Suchen nach der Krümmung der Bahn eines isolierten Weltkörpers aussichtslos sei. Die Sterne bewegen sich geradlinig, bis einer von ihnen einem andern so nahe kommt, daß er aus seiner geradlinigen Bahn geschleudert wird, ähnlich wie die Moleküle in einem Gase. Referent ist in einer in der Phys. Zeitschr. (Mai 1918) unter dem Titel „Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem“ erschienenen Arbeit zu einem ähnlichen Resultat gelangt, obwohl ganz andere Voraussetzungen zu Grunde liegen. H. v. Seeliger hat in seinen beiden Abhandlungen über das Newtonsche Gravitationsgesetz (Münchener Ber. 1896, Astr. Nachr. 137, 129) nachgewiesen, daß im Fall 3 die Voraussetzung der Newtonschen Kraft zu unbestimmten Ausdrücken für die Gesamtanziehung führt, weshalb er eine Korrektur des Newtonschen Gesetzes durch einen Exponentialfaktor vorschlägt.

J. Lense.

Kinetische Gastheorie und Fixsternsystem. Unter dieser Bezeichnung veröffentlichte J. Lense einen Aufsatz in den Astronomischen Nachrichten, Nr. 4958, worin er lehrreiche Vergleiche anstellt zwischen den Molekülen einer Gaskugel und den Gliedern eines Sternsystems. Für Wasserstoff unter normalen Bedingungen (0°C und 760 mm Druck) berechnet sich die mittlere Entfernung zweier Moleküle zu 15,4 Moleküldurchmesser. Um für das Sternsystem zu einem vergleichbaren Ausdruck zu gelangen, betrachtet der Verfasser einen idealen, kugelförmig geschichteten Haufen von 10^9 Sternen, dessen Radius 10^9 Erdbahnhalfmesser beträgt, wodurch die wahren Verhältnisse im Milchstraßensystem wenigstens bezüglich der Sternverteilung genähert wiedergegeben werden. Gibt man allen Sternen den Sonnendurchmesser als Einheit, so berechnet sich der mittlere Abstand zweier Sterne zu $1,73 \cdot 10^8$ Sterndurchmesser. Die Moleküle im Wasserstoff sind also im Verhältnis $1,44 \cdot 10^{21}$ dichter angeordnet als die Sterne im Milchstraßensystem. Da der Druck

eines Gases bei konstanter Temperatur der Dichte proportional ist, würde Wasserstoff, dessen Moleküle mit derselben Dichte verteilt wären wie die Sterne, bei 0°C unter einem Druck von $5,28 \cdot 10^{-19}$ mm stehen.

Im zweiten Teil seiner Untersuchung behandelt der Verfasser die Bewegungen in beiden Systemen. Die geradlinige und gleichförmige Trägheitsbewegung eines Moleküls wird unterbrochen, sobald es in die Wirkungssphäre eines anderen Moleküls eintritt. Infolge der gegenseitigen Abstoßung beschreibt es eine Kurve, bis es die Wirkungssphäre verläßt und setzt darauf die geradlinige Bewegung mit veränderter Richtung fort, bis es in den Bereich eines weiteren Moleküls gelangt. Außerdem aber müssen alle Moleküle dem Newtonschen Gesetz gehorchen, da es sonst keine Gaskugeln mit freier Oberfläche geben könnte. Innerhalb der Wirkungssphäre überwiegt die abstoßende, außerhalb die anziehende Kraft. Bei den verhältnismäßig großen Gasdichten, mit denen wir im Laboratorium arbeiten, finden indessen so viele Vorübergänge der Moleküle statt, daß die aus der gegenseitigen Anziehung folgende Ablenkung von der geradlinigen Bahn vernachlässigt werden darf. Nimmt man an, daß ein Molekül im gegebenen Augenblick unter dem Einfluß der allgemeinen Anziehung eine kreisförmige Bahn um den Mittelpunkt der Gaskugel beschreibt, so wird diese Bewegung schon nach kurzer Zeit durch die Einwirkung anderer Moleküle gestört werden. Den mittleren Kreisbogen, den ein Molekül ungestört durchlaufen kann, berechnet Lense zu $360/(1,19 \cdot 10^{16})$ Grad. Ein so kurzes Kreisbogenstück kann als geradlinig betrachtet werden. — Im Sternsystem sind die Verhältnisse wesentlich anders, da dort nur die allgemeine Massenanziehung, nicht aber die Abstoßung bei kleinen Zwischenräumen auftritt. Jeder Stern wird zunächst eine Bahn beschreiben, die aus der Gesamtanziehung des Systems folgt. Erst bei Annäherung an ein anderes Glied des Sternhaufens wird diese Bahn gestört werden. Nimmt man als Radius der Wirkungssphäre jedes Sterns 0,2 mittlere Sternabstände, als mittlere Geschwindigkeit der Sterne $27,4 \text{ km/sec}$ an, so beträgt die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Beeinflussungen durch andere Körper $1,57 \cdot 10^6$ Jahre. Der Kreisbogen, den ein Stern ungestört durchlaufen kann, liegt für verschiedene Radien zwischen 1° und 3° . Als Nebenergebnis findet man die Zeit, nach welcher ein Stern im Mittel mit einem andern Körper zusammenstoßen muß, zu $1,88 \cdot 10^{21}$ Jahren, die Umlaufzeit im Mittel zu 10^9 Jahren, so daß der Stern, wenn man von den Störungen absieht, die ideale Kreisbahn $1,88 \cdot 10^{12}$ mal durchlaufen könnte, ohne mit einem anderen Stern zusammenzustößen. Jener Kreisbogen von $1-3^\circ$, den ein Stern ungestört durchlaufen kann, ist immerhin noch klein genug, um für die hier in Frage stehenden Erwägungen als geradlinig gelten zu können. Der Verfasser gelangt deshalb zu dem Schluß, daß die Verhältnisse im Milchstraßensystem sehr wohl mit jenen in einer Gaskugel von entsprechender Dichte vergleichbar sind und daß die statistischen Methoden der Gastheorie auf das Fixsternsystem angewandt werden dürfen, womit jedoch nicht behauptet werden sollte, daß sich das Sternsystem tatsächlich wie ein Gas verhalte. Die wirklichen Verhältnisse weichen ja von dem der Rechnung zugrunde gelegten idealen System stark ab, wodurch jedoch der mehr summarisch gedachte Vergleich nicht entwertet wird.

C. Hoffmeister.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliac und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 46.

15. November 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Die Fremdwörter-Frage. Von *Dr. M. Kronenberg*,
Berlin. S. 665.

Die Gasbehandlung der Pferderäude. Von *Dr. B. Harms*,
Berlin. S. 673.

Besprechungen:

Defant, Albert, Wetter und Wettervorhersage.
Von *R. Süring*, *Potsdam*. S. 675.

Davis, W. M., und K. Oestreich, Praktische
Übungen in physischer Geographie. Von
Max Friederichsen, *Königsberg*. S. 676.

Zuschriften an die Herausgeber:

Haareis. Von *B. A. Plemper van Balen*, *Wageningen*. S. 676.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Knud Rasmussens zweite Thule-Expedition
1916/18. Der Meteoritenfall von Treysa in Hessen.
Ueber einen Ersatz der Platinschalen bei Elektro-
analysen. S. 677—679.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft;
1918, Bd. 36, H. 3 und 4. S. 679.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Chemie und chemische Technologie radioaktiver Stoffe

Von

Dr. Ferdinand Henrich

Professor an der Universität Erlangen

Mit 57 Textabbildungen und 1 Übersicht

Preis M. 15.—; gebunden M. 17.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petteille angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 32 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 0050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Dem naturwissenschaftlichen Forscher unentbehrlich! Handwörterbuch der Naturwissenschaften



Das Gesamtgebiet der Naturw. umfassend: 10 Bände mit über 12000 Seiten Text u. 8863 Abb. Preis 277 Mk. gebunden. Zur Erleichterung der Anschaffung werden bequeme Monats- oder Quartalsraten eingeräumt. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang.

Prospekt kostenfrei.

Hermann Meusser Buchhandlung

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kürzlich erschien:

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Dr. W. Ahrens in Rostock

Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Bitte Preisliste
verlangen

Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10ccm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

15. November 1918.

Heft 46.

Die Fremdwörter-Frage.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

„Jeder Sprache, welche sie auch sei, stehen außer ihren heimischen Wörtern auch fremde zu, die der Verkehr mit Nachbarn unausbleiblich einführte, und denen sie Gastrecht widerfahren ließ. Sie nach langer Niederlassung auszutreiben, ist ebenso unmöglich, als es die Reinheit der Sprachsitte gefährdet, wenn ihr Zutrang leichtsinnig gestattet wird.“

Mit diesen Worten hat schon *Jacob Grimm* die Notlage gekennzeichnet, in der sich die deutsche Sprache seit langem befindet: sie hat dauernd gleichsam einen Zweifronten-Krieg zu bestehen, indem sie auf der einen Seite bedroht wird durch das Übermaß von Fremdwörtern, denen man leichtsinnig den Zutrang gestattet, auf der anderen durch die gedankenlose oder fanatische Reinigungssucht: Austreibung unentbehrlicher Wörter. Diese Notlage datiert freilich nicht erst von heute und gestern, und der Zweifronten-Krieg der deutschen Sprache ist keine bloße Parallel-Erscheinung zum gegenwärtigen Weltkrieg, wohl aber hat im Zusammenhang mit diesem die Sprachnot sich außerordentlich verschärft und die Heftigkeit des Kampfes sich teilweise bis zur Erbitterung gesteigert. Das ist erklärlich genug. Denn wenn irgend etwas, so ist grade die Sprache mit dem Leben eines Volkes unmittelbar und aufs engste verknüpft, ja dessen allgemeinsten und sinnfälliger geistiger Ausdruck. Nichts natürlicher also, als daß der große Kampf um die Grundlagen der nationalen Existenz auch das Gebiet der Sprache, das nur dem oberflächlichen Beobachter als ein abgelegenes Sondergebiet, erscheinen möchte, stark in Mitleidenschaft zieht. Eben daher aber erwächst die Verpflichtung zur Stellungnahme auch allen, die irgendwie am geistigen Leben und damit am Leben der Sprache Anteil haben und nehmen.

Die wesentlichen Tatsachen, welche der Fremdwörter-Frage zugrunde liegen, sind im allgemeinen bekannt, ebenso die geschichtlichen Voraussetzungen, die hierbei mitwirken. Viel später als andere Völker des Kulturkreises ist das deutsche Volk zur Einheitlichkeit seines Lebens gelangt, dem, was man als nationalen Charakter bezeichnet. Es hat diese Einheitlichkeit in nationalem Sinne nicht nur auf politischem Felde erst verhältnismäßig spät (in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts) erlangt, sondern, was hier vielleicht noch bedeutungsvoller ist, auch auf dem Boden des geistigen Lebens: um die Wende des 18.

und 19. Jahrhunderts, in der klassischen Literatur und Kunst, Wissenschaft und Philosophie, hier freilich dann auch in einer Fülle und einem Reichtum, die bis heute in den neueren Zeiten unübertroffen geblieben sind. Dieser allgemeinen Entwicklung entspricht natürlich auch die der Sprache. Viel später als bei den anderen Kulturvölkern hat bei uns die Sprache sich frei machen können von der Vermischung mit fremden Sprachkreisen, von der größeren oder geringeren Abhängigkeit, in die sie dadurch geriet, um nun erst mit dem nationalen Leben eins zu werden und die selbstverständliche Ausdrucksform auch seiner höchsten geistigen Schöpfungen zu werden. Es ist bezeichnend genug, daß noch der größte Denker des 17. Jahrhunderts, *Leibniz*, seine Hauptschriften ebenso in französischer Sprache schrieb, wie der große König des 18. Jahrhunderts, *Friedrich II. von Preußen*, die seinigen.

Unter solchen Umständen ist es erklärlich genug, daß die deutsche Sprache nicht auf einmal die Last des Fremdartigen abschütteln konnte und selbst, nachdem sie in der Zeit unserer klassischen Literatur und Philosophie zum feinsten Werkzeug für den Ausdruck des Geistigen in jeder Art ausgebildet worden war, nicht sogleich schon jene ruhige Selbstsicherheit gewinnen konnte wie andere Sprachen, die in jahrhundertelanger Entwicklung dazu herangereift waren. Daher blieben auch im 19. Jahrhundert noch die beiden Erscheinungen bestehen, die schon früher kennzeichnend gewesen waren für die Besonderheiten deutschen Sprachlebens: auf der einen Seite die Fremdwörtererei, die Überladung und Überhäufung der deutschen Sprache mit Wörtern fremdländischen Ursprungs, auf der anderen der sogenannte Purismus, das blinde und verständnislose Ankämpfen gegen solche Wörter jeder Art und jeden Ursprungs.

Würde es sich nun hierbei lediglich um gradweise Unterschiede gegenüber anderen Kultursprachen handeln, so würde nur wenig Anlaß vorhanden sein, der natürlichen Entwicklung der Dinge vorzugreifen. Denn es wäre nur zu selbstverständlich, daß eine Sprache, die erst so spät und so mühevoll sich einheitlich auf sich selbst gestellt und geistig durchgebildet hat, diesen Prozeß auch heute noch nicht ganz vollendet und darum noch mit manchen Überresten früherer Nöte zu kämpfen hätte. Allein so liegen die Dinge keineswegs. Es ist vielmehr kein Zweifel, daß der Unterschied gegenüber anderen Kultursprachen nicht ein gradweiser, sondern ein durchgreifender ist: auch jene anderen Sprachen

haben in ihrem Bereich eine erhebliche Zahl von Fremdwörtern, aber diese Zahl steht außerordentlich weit zurück hinter jener Überfülle, jener das eigene Sprachleben und Sprachbewußtsein oft geradezu erdrückenden Überzahl, welche man im deutschen Sprachbereich, auch namentlich in weiten Gebieten des deutschen Schrifttums, beobachtet; und für jene Erscheinung, welche man als Purismus bezeichnet, finden sich in anderen Kultursprachen kaum einige Ansätze ähnlicher Art. Was aber hierbei noch wichtiger und bezeichnender ist: diese durchgreifend unterscheidende Eigentümlichkeit des deutschen Sprachlebens ist innerhalb der jüngsten Vergangenheit nicht verblaßt und zurückgetreten, sondern hat, umgekehrt, sich nur noch schärfer ausgeprägt. Schon viele Jahre vor dem Kriege konnte man beobachten, wie auf der einen Seite die Fremdwörterei in der stärksten Weise sich steigerte, auf der anderen Gedankenlosigkeit und Fanatismus in puristischer Richtung um sich griffen. Indem beides dann noch von den Einflüssen der Kriegszeit gefördert wurde, entwickelte sich schließlich jene Notlage, als welche der gegenwärtige Zustand unseres Sprachlebens sich kennzeichnet.

Von vornherein wird man also nicht hoffen dürfen, der gegenwärtigen Sprechnot ernsthaft steuern zu können, indem man nur einige wenige Gesichtspunkte der Erörterung herausgreift und nur gelegentlich und beiläufig Ratschläge beibringt, die den Weg der Besserung weisen sollen. Vielmehr ist eine *grundsätzliche* Stellungnahme unentbehrlich, wenn man ernsthaft auch in seinen Wurzeln das Übel erkennen will.

* * *

Soviel sollte von vornherein einleuchtend sein und ernsthaft nicht bestritten werden können, daß jede Sprache in einem gewissen Umfange Wörter und Wortprägungen aus einer fremden Sprache aufnehmen und zulassen nicht nur darf, sondern auch muß. Denn jede Sprache, auch die reichste und durchgebildetste, erscheint arm gegenüber der ungeheuren Fülle des Wirklichen, das sie auszudrücken und mitzuteilen strebt — was kann also näher liegen, als die Ergänzung da zu suchen und aufzunehmen, wo in ähnlicher Art und Richtung, wenn auch vielfach mit anderen Mitteln und von anderen Ausgangspunkten aus, nach dem einen Ziele, erschöpfenden Ausdrucksmöglichkeiten, gestrebt wird? Eben dasselbe ergibt sich ja auch schon aus der einheitlichen Natur und den inneren Zusammenhängen des menschlichen Lebens überhaupt. Nur alle Menschen gemeinsam leben *das Menschliche*, sagt *Goethe* einmal. Das gilt, wie von den Individuen, auch von den Individualitäten im großen, das ist den Völkern, und findet dementsprechende Anwendung auch auf die von ihnen durchgebildeten Sprachen. Jedes Volk, selbst das am reichsten und höchsten entwickelte, ist doch nur ein Fragment des menschlichen Daseins überhaupt, und so auch jede Sprache, selbst die am meisten durchgebildete, nur eine jener Gesamterschei-

nungsformen, in denen menschliche Ausdrucksmöglichkeiten sich kundgeben — erst alle zusammen bilden jenen großen Zusammenklang, innerhalb dessen das Wirkliche, nicht vollkommen, aber doch so weit zum Ausdruck gelangt, wie es der begrenzten menschlichen Fähigkeit gestattet ist. Jede Sprache ist also darauf hingedrängt, Ausdrucksmöglichkeiten anderer Sprachen, die ihr selbst fehlen, zu nutzen, oder sich ganz zu eigen zu machen, und dieser Notwendigkeit muß jeder sich bewußt sein, der irgendwie nicht bloß aufnehmend, sondern auch tätig am Leben der Sprache Anteil nimmt. Wer fremde Sprachen nicht kennt, sagt wiederum *Goethe*, weiß nichts von seiner eigenen. Man könnte ergänzend hinzufügen: wer fremde Sprachformen nicht zu nutzen weiß, dem ist auch das Wesen der eigenen Sprache verborgen geblieben.

Aber so notwendig es nun auch ist, sich des Nutzens fremder Sprachformen innerhalb der eigenen Sprache bewußt zu sein, so wichtig ist es auf der anderen Seite, der Verführung, die darin liegt, energisch zu widerstehen und jene Nutzung in enger, ja engster Weise zu begrenzen. Auch das ergibt sich unmittelbar aus der Einsicht in die Natur und das einheitliche Wesen eines Volkes und seiner Sprache. Denn jedes Volk, oder genauer jedes hochentwickelte Kulturvolk, wie das deutsche, von dem hier insbesondere die Rede ist, birgt in sich eine solche ungeheure Fülle von Lebensmöglichkeiten, daß der Einzelne, der ihm als Glied angehört, nur im geringsten Ausmaße und nur in seltenen Ausnahmefällen Veranlassung hat, diese zu erweitern und die Grenzen des Volkslebens zu überschreiten; und so birgt auch eine hochgebildete Kultursprache einen so gewaltigen Reichtum von Ausdrucksmöglichkeiten in sich, daß ein eigentlicher Zwang zur Ergänzung aus den Besitztümern fremder Sprachen nur innerhalb sehr enger Grenzen besteht. Man hat es ja oft genug bemerkt und in mannigfachen Wendungen ausgesprochen, daß die Grenzen eines großen Kulturvolkes sich schon nahe berühren mit den Grenzen der Menschheit, ganz besonders von der rein geistigen Seite her, welche im Leben der Sprache ihren allgem reinsten sinnfälligen Ausdruck findet. Jedenfalls ist so das Betätigungsfeld *jenseits* der rein nationalen Grenzen immer nur verhältnismäßig klein, gemessen an dem ungeheuren Umkreis, der sich dem Einzelnen *innerhalb* des geschichtlich gewordenen geistigen Lebens eines großen Volksganzen darbietet.

Wer also Fremdwörter und fremdsprachliche Ausdrucksformen leichtsinnig, wer sie ohne zureichenden Grund anwendet, der versündigt sich ebenso am Geiste der Sprache wie der, welcher unbesonnen und wiederum ohne zureichenden Grund ihnen den Zugang verwehren oder sie austreiben will. Wer Fremdausdrücke gehäuft, in überstarkem Maße anwendet, ist ebenso dem Verdacht ausgesetzt, daß ihm die eigene Sprache nicht genügend vertraut ist, wie der, welcher solche

Fremdausdrücke ängstlich zu meiden sucht oder mit dieser Armut sich spreizt. Und Fremdwörterei und Purismus im ganzen sind in gleicher Weise üble Sprachverirrungen, ja sprachliche Barbareien, bei denen jeweilig nur schwer festzustellen ist, welche von beiden das größere Übel darstellt.

* * *

Wie ist nun hier nach beiden Seiten hin das innere Recht mit Sicherheit zu finden, und wo ist jene Grenzlinie zu suchen, die wohlbegründeten Gebrauch fremdsprachiger Ausdrücke vom unbegründeten und mißbräuchlichen scheidet, die an den beiderseitigen Gefahren barbarischer Sprachverirrung sicher vorüberführt?

Es ist leicht zu ersehen, daß es feste Regeln, wie man sie vereinzelt wohl aufzustellen versuchte, hier nicht geben kann. Denn die Fremdwörter-Frage ist ihrem innersten Kern nach vor allem eine Frage der allgemeinen Sprachbildung, und diese, wie jede andere Art von Bildung, kann nicht nach Regeln erworben werden, man kann dazu nur allmählich erzogen werden oder sich selbst erziehen. Und jeder, selbst der sprachlich Höchstgebildete, ist hier Lernender und darf nie hoffen, bis ans Ende gelangt zu sein und innerhalb der ungeheuren Fülle sprachlicher Ausdrucksmöglichkeiten die eine sachlich begründete immer ziel-sicher zu treffen. Mehr als irgendwo anders im Bereiche der Bildung, vor allem der geistigen Bildung, gilt hier der Satz, daß alles Gebildete immer wieder zum Stoff wird, zum Stoff in einer höheren Ordnung.

Wenn es aber auch nicht feste Regeln gibt, die hier aufzustellen wären, so doch eine Anzahl von Richtlinien, welche nach der allgemeinen Weg-richtung hindeuten, die jeder nach ernsthafter Sprachbildung Strebende zu beschreiten hat. Nach ernsthafter Sprachbildung: darum kann hierbei außer Betracht bleiben, was von vornherein als außerhalb ihrer liegend leicht erkennbar ist. So schreibt *Wilhelm Grimm* einmal: „Alle Tore sperrt man auf, um die ausländischen Geschöpfe herdenweise einzutreiben. Die Verhältnisse sollen nicht zart, sie müssen delikat sein; wir werden nicht davon bewegt, sondern affiziert. Das Leben versumpft nicht, es stagniert. Ungleichartig versteht niemand, aber gewiß heterogen; das Jahrzehnt nimmt an Gewicht zu, wenn es Dezennium heißt. Das alles ist auf wenigen Blättern eines Buches zu finden, und immer bot die Muttersprache das natürlichste, eindringlichste Wort.“ In solchen Beispielen ist die Verirrung in der Richtung der Fremdwörterei ebenso leicht zu erkennen, wie in der Richtung des Purismus, wenn gegenwärtig manche Zeitungen und Politiker statt von „nationalen Interessen“ von „völkischen Belangen“ reden zu müssen meinen, oder wenn *Ed. Engel*, einer der Heerrufer des übelsten Purismus, zwei schlechterdings unentbehrliche und wichtige Fremdwörter wie „subjektiv“ und „objektiv“ austreiben will und sie mit „persönlich“ und „sachlich“ ver-

deutsch¹⁾, zwei Übersetzungen, die mit den beiden übersetzten Wörtern in den meisten Fällen ihrer Anwendung inhaltlich beinahe nichts gemein haben.

Abseits von solchen leicht erkennbaren sprachlichen Verirrungen handelt es sich also vor allem darum, einige Haupttrichtlinien zu gewinnen, mit deren Hilfe man die Grenze bestimmt, welche berechtigten und unberechtigten Gebrauch, begründete und grundlose Abwehr von Fremdwörtern und fremdsprachlichen Ausdrücken von einander trennt. Wie überall ist es auch hier mit der grundsätzlichen Stellungnahme nicht getan; erst die praktischen Folgerungen aus ihr bringen die eigentlichen Schwierigkeiten.

Am geringsten sind wohl diese Schwierigkeiten gegenüber jener Gruppe von Fremdwörtern, die ihrem ganzen Ursprung nach und zufolge der langen Dauer ihrer Verwendung kaum noch als fremdsprachliche Ausdrücke anzusprechen sind. Es gibt Wörter dieser Art, die seit Jahrhunderten dem deutschen Sprachschatz angehören und gleichwertig mit Ausdrücken rein deutschen Stammes gebraucht werden, so daß der Ursprung aus einer fremden Sprache nur selten, etwa nur dem Gelehrten, der auf dergleichen sein Augenmerk richtet, zum Bewußtsein kommt. Es versteht sich von selbst, daß solche Wörter eben als deutsches Sprachgut zu behandeln sind und demnach keiner der Einschränkungen mehr unterliegen können, welche für eigentliche Fremdwörter geboten sind. Wer wollte z. B. das aus dem Lateinischen stammende deutsche Wort „Natur“ ernsthaft noch als Fremdwort ansehen und danach behandeln? Herr *Ed. Engel* bringt es freilich fertig, selbst dieses Wort in seinem Buche „Entwelschung“, „Verdeutschungs-Wörterbuch für Amt, Schule, Haus, Leben“²⁾, wenn er es auch nicht einfach gänzlich austreiben will, so doch als ein „erst“ aus dem 13. Jahrhundert stammendes Wort, als „Schlagwort“, seit *Brookes*, mehr noch durch die Stürmer und Dränger, als „oft zu blaß, vieldeutig, schwammig, daher dringend der Abwechslung bedürftig“ wenigstens zu verdächtigen und als der Austreibung in erheblichem Umfange bedürftig hinzustellen, dafür dann „Übersetzungen“ wie All, Weltall, Weltwesen, Wesenall, Alleben, Schöpfung, Weltgang, Allsein, Wesenwelt, die große Zeugenmutter, Allzeugin vorzuschlagen. Aber solche fremden Sprachen entstammende Wörter wie Natur oder auch Religion, Musik, Altar usw. sind ebenso wie Fenster, Kirche, Kloster, Priester, Klasse, Recht und dergl., die auch *Engel* als solche anerkennt, überhaupt keine Fremdwörter mehr, sondern ganz deutsch geworden. In ihnen zeigt sich aufs deutlichste, wie notwendig und wertvoll die ständige Wechselwirkung der Spra-

¹⁾ In der vor einiger Zeit erschienenen Schrift „Sprich deutsch!“. Ein Buch zur Entwelschung. Leipzig, Verlag von Hesse & Becker. „Im dritten Jahre des Weltkrieges ums deutsche Dasein.“

²⁾ Leipzig 1918, Verlag Hesse & Becker. Seitenstück zur oben zitierten Schrift „Sprich deutsch!“.

chen ist, welche Bereicherung für jede daraus herfließt. In den Anfängen der Entwicklung einer Kultursprache werden ja zahllose Wörter und Wortbildungen aus fremden Sprachen aufgenommen oder mit eigenen Wortstämmen vermischt und verwurzelt, so daß man diesen fremdländischen Ursprung später oft gar nicht mehr mit Sicherheit nachweisen kann; später wird diese Aufnahmefähigkeit immer geringer, je mehr die eigene Sprache sich in sich befestigt, Eigenkraft und geistige Haltung und inneren Reichtum gewinnt — aber kann und darf nun diese bereichernde Wechselwirkung jemals ganz aufhören? Sie darf es ebensowenig wie bei der Entwicklung eines einzelnen Menschen. Auch dieser ist in der Jugendperiode ganz darauf angewiesen, von anderen aufzunehmen und zu lernen, er wird dies immer weniger sein, je mehr er herangereift ist und sich in seinem eigentümlichen Wesen befestigt hat — aber nichts wäre verderblicher für ihn, als wenn er nun aufhören wollte, von anderen zu lernen, von ihnen aufzunehmen und mit ihnen in bereichernde Wechselwirkung zu treten.

Auch da nun, wo es sich um deutlich erkennbare Fremdwörter, selbst um solche neueren oder neuesten Ursprungs handelt, tritt die Notwendigkeit solcher bereichernden Aufnahme fremden Sprachguts an einem Punkte besonders deutlich in die Erscheinung: überall da nämlich, wo das Lehnwort mit der Eigenart, dem eigentümlichen Charakter des anderen Volkes besonders eng verbunden scheint. Man denke etwa an ein Fremdwort wie *Galanterie*. Das, was dieser Ausdruck bezeichnet, ist nicht nur erst von den Franzosen entlehnt worden, sondern entspricht auch in hohem Grade der Eigenart dieses Volkes, allgemein überhaupt der der romanischen Völker, während es der Wesensart der germanischen Völker in hohem Grade, der der slavischen Völker beispielsweise fast ganz fern liegt. Nichts liegt also näher und ist berechtigter, als hier die Sache mit dem ursprünglichen fremdländischen Wort weiter zu bezeichnen, um so mehr, da es, eben wegen der sachlichen Fremdartigkeit, auch ein Wort der eigenen Sprache nicht dafür gibt und nicht leicht geben kann. So „übersetzt“ zwar *Ed. Engel* in seinem Buche „Entwelschung“ auch das Wort *Galanterie*, und zwar mit den Ausdrücken „(zarte) Aufmerksamkeit, Zuvorkommenheit, Artigkeit, Verbindlichkeit, Zartheit, Huldigung, Neigungsdienst, Ritterdienst, Hofmacherei, Getändel, Süßholzraspeln, Schürzenjagd, Miselei“ — aber kein einziges dieser Wörter für sich, ja nicht einmal alle zusammen, geben dem Inhalt Ausdruck, den das Fremdwort in sich begreift.

Indessen ist es von vornherein einleuchtend, daß die Zahl der Fremdwörter dieser hier charakterisierten Art nur eine sehr kleine ist und sein kann. Denn zur Vorsicht mahnt hier schon die allgemeine Erwägung, daß der ungeheure Reichtum der Lebensäußerungen eines großen Volkes nicht leicht an einzelnen Punkten sich so

verdichten werde, daß er in einzelne Wörter sich fassen läßt. Zudem setzt die Feststellung hierüber immer genaue Volks-Seelenkunde voraus — diese aber gehört zum Allerschwierigsten, und nicht bloß deshalb, weil sie so oft von vornherein an der Klippe zahlloser nationaler Vorurteile und Voreingenommenheiten scheitert. Wie leicht aber auch sonst die hier in Frage stehende Gruppe von Fremdwörtern unberechtigtweise ausgedehnt wird, zeigt schon die Tatsache, daß man nicht selten annimmt, ein Wort, das in der fremden Sprache überaus häufig angewandt wird, müsse auch in gewisser Weise für das Wesen eines Volkes charakteristisch sein, seiner Eigenart irgendwie entsprechen. Aber dieser Schluß ist in keiner Weise berechtigt, und Fremdwörter solcher Art — beispielsweise das englische *gentleman* und *gentlemanly* — durchaus nicht zulässig. Sie sind ja auch in der eigenen Sprache leicht vollwertig zu ersetzen. Die wenigen Fälle aber, in denen ein Fremdwort der hier charakterisierten Art in Frage kommt, bekunden sich von der negativen Seite her fast durchweg schon dadurch, daß es ein auch nur annähernd gleichwertiges Ersatzwort in der eigenen Sprache nicht gibt. In dieser Art ist z. B. auch das deutsche Wort „Gemüt“ als unübersetzbare Fremdwort von der französischen Sprache übernommen worden.

Eine weit größere Gruppe aber als diese mit der Eigenart eines fremden Volkes unmittelbar verknüpften bilden diejenigen Fremdwörter, die nur mittelbar mit ihr insofern zusammenhängen, als die Sache, die sie bezeichnen, in dem bestimmten fremden Volke zuerst, oder wenigstens zum ersten Male bedeutsam, in eigenartiger Weise ihren Ursprung genommen und darum auch vorbildlich sprachlich bezeichnet wurde. Es gehören dazu namentlich zahlreiche Wörter, die geschichtlich mit bestimmten Völkern eng verknüpft sind. In diesem Sinne ist z. B. „*Revolution*“ ein unentbehrliches Fremdwort: die Ersatzwörter „Umsturz, Umwälzung, Volkserhebung, Schilderhebung, Aufstand, Bundschuh“, die beispielsweise auch wieder *Engel* in seiner „Entwelschung“ vorschlägt, sind solche, die niemand ernst nehmen kann, dem die Sache selbst wie die Sprache nicht ganz fern liegt¹⁾. Am ehesten ist anscheinend das von *Engel* nicht in Vorschlag gebrachte „*Staatsumwälzung*“ ein vollwertiges Ersatzwort — aber eben auch nur anscheinend; denn auch ein Umsturz von oben (z. B. die Umwandlung der französischen Republik in ein erbliches Kaiserreich der Napoleons im Jahre 1851 durch Napoleon III.) ist eine Staatsumwälzung, aber niemals eine Revolution, sondern ein Staatsstreich, während für eine Revolution immer nach dem Muster der bekannten Ereignisse in der englischen und besonders der

¹⁾ Zu welchen Seltsamkeiten der puristische Über-eifer verführt, zeigt auch die Bemerkung, die *Engel* zum Worte *Revolution* ganz ernsthaft macht: „Für große vergangene Umwälzungen überliefertes Lehnwort, sonst überflüssig!“

französischen Geschichte die Erhebung eines Volkes charakteristisch ist, das sich von langjährig überlieferter Herrschaftsform zu befreien sucht.

In ähnlicher Weise ist, neben vielen anderen Ausdrücken des politischen Lebens, auch das vielberufene Wort „national“ mit der englischen und französischen Geschichte und insbesondere der französischen Revolution eng verknüpft, daher von hier als Fremdwort übernommen und mit gutem Grunde beibehalten worden. Die Puristen meinen dafür ein vollwertiges Ersatzwort in der Wortbildung „völkisch“ gefunden zu haben — in der Tat aber liegt hier geradezu ein Musterbeispiel vor, zu welchen sprachlichen Verirrungen oder Barbareien Gedankenlosigkeit und Fanatismus oder beide vereint führen können. Zunächst ist das Wort „völkisch“, wie jeder mit einigem Sprachgefühl Begabte sofort empfindet, schon nach der Zusammensetzung seiner Laute, vermöge der schnellen Aufeinanderfolge harter Konsonanten mitsamt dem Zischlaute, ein sprachlicher Mißklang (griech. Kakophonie). Sodann ist das Wort „völkisch“ auch inhaltlich schon deshalb eine Mißbildung, weil ein Kollektivbegriff so umfassender Art, wie ihn das Wort Volk darstellt, nicht als bloße Eigenschaft im Sinne der Untérordnung einem anderen Begriffe als Hauptwort zugesetzt werden kann, ebensowenig wie dies etwa bei dem Worte Menschheit möglich ist. Es gibt kein von dem Wort Menschheit abgeleitetes Eigenschaftswort, sondern wir sagen im Sinne der Nebenordnung: Menschheitsinteressen, Menschheitsgedanken oder Interessen der Menschheit usw., und ebenso kann man nur sagen Volksinteressen, Volkswohlfahrt oder Interessen des Volkes, Wohlfahrt des Volkes und dergl., aber nicht völkische Interessen, völkische Wohlfahrt. Endlich sind wir gewohnt, und nach seinem Ursprunge auch berechtigt, beim Worte „Volk“ überwiegend, wenn auch allerdings nicht ausschließlich, an die Naturbestimmtheit, nicht, oder jedenfalls weniger, an die kulturelle, in langer Entwicklung auf höherer Bildungsstufe erst erworbene innerliche Einheit zu denken, die das Wort „national“ zum Ausdruck bringt, so daß dieses auf keinen Fall durch einen vom Worte „Volk“ abgeleiteten Ausdruck ersetzbar wäre. Und schließlich hat das Wort „völkisch“ schon im bisherigen Gebrauch oder Mißbrauch zu den seltsamsten inhaltlichen Unterschiebungen geführt, was freilich nach dem Ursprunge des Wortes nicht Wunder nehmen kann. Kurz, von welcher Seite man auch diese ungeheuerliche Ausgeburt „völkischer“ Sprachverirrung betrachten mag, sie erscheint in gleicher Weise immer wieder als häßlich und abgeschmackt, widersinnig und wider-natürlich.

Nahe verwandt mit den geschichtlich begründeten Fremdwörtern sind übrigens besonders die nach ihrem *literarischen* Ursprung an die Sprache eines fremden Volkes gebundenen Ausdrücke. Ein solches wäre beispielsweise etwa das Wort Utopie. Seitdem Thomas Morus seinen berühmten

Staatsroman „De optimo reipublicae statu, deque nova insula Utopia“ schrieb, ist der frei erfundene Eigennamen Utopia zum Gattungsnamen geworden und hat allmählich in immer steigendem Maße Bedeutung und Ausbreitung gewonnen. Man kann auch dieses Wort wohl erläuternd zu umschreiben versuchen, aber nicht durch einen anderen Ausdruck ersetzen — alle Ersatzwörter z. B., die auch hier wieder *Engel* in seiner „Entwelschung“ beibringt, sind teils völlig unzulänglich, auch nicht entfernt dem Inhalte entsprechend, teils direkt unsinnig. Man sieht aber auch hier besonders, wie verkehrt und kulturfeindlich ein solches krampfhaftes Bemühen ist, um jeden Preis auch berechnigte und wichtige Fremdwörter austreiben zu wollen. Denn ist es nicht eine Wohltat für den denkenden Geist und ein wichtiger Hebel des Fortschritts, verwickelte Vorstellungszusammenhänge⁴⁾ jedes Mal durch ein bloßes Wort, das an ein bestimmtes Beispiel erinnert, in sich lebendig werden zu lassen, statt sie immer wieder mühsam durch Umschreibungen und Erläuterungen neu zu erzeugen?

Eben hierin besteht denn auch, wenngleich nicht ausschließlich, so doch zum erheblichen Teile der große Wert der dritten und bei weitem umfassendsten Gruppe von Fremdwörtern, die als durchaus berechtigt in Betracht kommen: es sind diejenigen, die auf einen Inhalt hindeuten, der noch neu, jedenfalls nicht oder noch nicht in das Gemeinbewußtsein des Volkes ganz eingedrungen ist. Hierher gehören insbesondere alle Wörter, die irgendeine neue Entdeckung oder ein irgendwie Neues der (theoretischen) Erkenntnis, und nicht bloß der wissenschaftlichen, oder ein Neues der Technik bezeichnen, auch dieses Wort im weitesten Umfang genommen, also nicht bloß auf die praktische Anwendung der Naturwissenschaften hindeutend, sondern auch z. B. auf die Ordnung und Regelung des Handelsverkehrs, die Verwaltung von Staat und Gemeinde, die Organisation des sozialen Lebens im weitesten Umfange u. dgl.

Der Grund, der hier den Gebrauch fremdländischer Ausdrücke nicht nur rechtfertigt, sondern in den meisten Fällen notwendig macht, ist überall der gleiche: das Neue der Einsicht oder der praktischen Gestaltung irgendwelcher Art bedarf der kennzeichnenden Ausdrücke, durch welche auf die Sache unzweideutig hingewiesen, diese unmißverständlich in der Vorstellung wieder erzeugt wird. Diese Bedingung erfüllen aber selten oder nie die Wörter der eigenen Sprache, an die sich stets der Überlieferung gemäß gewisse Nebenbedeutungen knüpfen, die man eben ausschließen möchte, sondern nur Wörter oder Neubildungen aus der fremden Sprache, die für die meisten Menschen ebenso neuartig sind wie die Sache selbst. Zwar

⁴⁾ Inwieweit auch das Wort „Utopie“ einen recht verwickelten Vorstellungsinhalt deckt, möge der Leser, der sich näher dafür interessiert, in dem Aufsatz „Soziale Utopien“ S. 246—274 meiner „Ethischen Präjudien“ (München, C. H. Beck'scher Verlag) nachlesen.

geschieht es zuweilen, daß auch hier, daß namentlich in Wissenschaft und Technik ein Wort der eigenen Sprache als glückliche Neubildung auftritt, also auf diesen Gebieten ein Einzelner ebenso sprachschöpferisch sich erweist wie ein Dichter, der Unsagbarkeiten des Gefühls sprachbildend uns nahe bringt und der Vorstellung zugänglich macht, oder der Denker, der in ähnlicher Weise selbst in die Abgründe der Unendlichkeit hineinleuchtet. Aber alles dies ist zu sehr Ausnahmeerscheinung, um hier eine wesentliche Rolle spielen zu können gegenüber dem allgemeinen Bedürfnis, das der Sache nach Neue auch durch neuartige Wortbildungen eindeutig zu bezeichnen.

Aus diesem so naheliegenden wie berechtigten Bedürfnis heraus erklärt sich aber auch schon teilweise die Tatsache des weitausgedehnten Mißbrauchs, der hier mit den Fremdwörtern getrieben wird, ganz besonders auf dem Felde der Wissenschaft, wo so mancher nicht oder wenig Berechtigte sich tummelt. Ein solcher hält eben leicht das für neu, was nur eine Grille seiner Einbildungskraft oder ein Produkt unklaren, verworrenen Vorstellens ist — aber die neuartige Bezeichnung erweckt oder bestärkt seinen Glauben, daß auch der Inhalt neuartig und er selbst ein originaler Kopf sei. Namentlich da, wo solche fremdartigen Wörter und Wortbildungen gehäuft auftreten, hat man in den allermeisten Fällen Anlaß, sehr mißtrauisch zu sein und die sachgemäße Aufklärung und Erläuterung für ebenso überflüssig zugleich und unausführbar zu halten wie die über verworrene Figuren und Kreise, die ein Traumverlorener mit dem Stocke in den Sand zeichnet. Hier gilt das Goethesche Wort:

So sage uns doch Wie und Wenn,
Bist uns nicht immer klar.
Ihr guten Leute, wißt ihr denn,
Ob ich mir's selber war?

Da aber, wo nun auf dem Felde der neuartigen Einsicht oder praktischen Gestaltung die Fremdwörter berechtigt sind, wird man nun wieder zwei Sondergruppen hauptsächlich unterscheiden müssen: auf der einen Seite diejenigen, welche vermöge ihres sachlichen Inhalts einer Verdunkelung oder Verwirrung durch populäre Vorstellungsweisen nicht oder nur schwer ausgesetzt sind, auf der anderen die, bei welchen das in hohem Maße der Fall ist. Es ist klar, daß im ersten Falle Fremdwörter oftmals zu vermeiden sind und, wenn sie einmal eingeführt wurden, leicht wieder beseitigt und durch deutsche Bezeichnungen ersetzt werden können, während im zweiten Falle dies schwer oder gar nicht möglich sein wird.

Die Grenzen sind hierbei natürlich fließend. Im allgemeinen wird man aber sagen können, daß zur ersten Gruppe ganz überwiegend die Bezeichnungen der Technik in weitestem Umfange gehören werden, zur zweiten ein großer Teil der wissenschaftlichen Ausdrücke. Und wiederum wird eine Ausdrucksform unter dem Gesichts-

punkte der ersten Gruppe umso mehr behandelt werden können und müssen, je mehr ihr sachlicher Inhalt konkret, sinnlich faßbar und greifbar, unter dem der zweiten Gruppe, je mehr er abstrakt und unsinnlich ist.

Man nehme unter den Fremdwörtern der ersten Art etwa ein solches wie „Automobil“ oder, wie es später abgekürzt hieß, „Auto“. So erklärlich es war, dieses Beförderungsmittel, als es noch ganz neu war, mit einem fremdländischen griechisch-lateinischen Namen zu bezeichnen, so wenig steht etwas im Wege, nun, da es jedermann kennt, da auch ein Kind es sinnlich faßbar leicht unterscheiden kann, es mit einem anderen, deutschen Namen, etwa Kraftwagen, zu belegen, obwohl die populäre Bezeichnung Auto schon nicht mehr weit davon entfernt ist, ganz „eingedeutscht“ zu sein. In anderen Fällen liegen die Dinge noch einfacher. Es liegt z. B. nicht der geringste Grund vor, solche französischen Lehnwörter wie Perron oder Coupé beizubehalten, und nichts spricht dagegen, an den Bezeichnungen Bahnsteig und Abteil dauernd festzuhalten. Ja, warum sollte nicht in zahlreichen ähnlichen Fällen die Bezeichnung einfach durch Anordnung der Behörden im Sinne möglicher Vermeidung von Fremdwörtern festgesetzt werden? Bei allen solchen einfachen allgemein bekannten, sinnlich faßbaren Erscheinungen grenzt die Festsetzung einer geltungsmäßigen Bezeichnung schon nahe an die individuelle Namensgebung; vielerlei Gesichtspunkte, auch solche der Zweckmäßigkeit, können hierbei bestimmend mitwirken — warum nicht auch der, der Fremdwörterei nach Möglichkeit entgegen zu arbeiten? — Daß aber überall da, auch im Bereiche der Technik, wo es sich um verwickeltere, weniger bekannte, sinnlich nicht mehr oder nicht leicht faßbare Erscheinungen handelt, auch das Fremdwort oft wieder notwendig und unentbehrlich ist, liegt auf der Hand. So könnte man wohl noch für Teleskop allgemein die Bezeichnung Fernrohr einführen, aber Refraktor und Reflektor müßte man als Fremdwörter beibehalten. Und wenn Engel in seiner „Entwelschung“ das Wort Refraktor genau ebenso verdeutscht wie Teleskop, also mit „Fernrohr“, so zeigt er auch hier wieder, welche üblen Folgen und welche Verwirrung der gedankenlose Purismus nach sich zieht.

Überhaupt aber ist die Frage der Verdeutschung eingebürgerter Fremdwörter außerordentlich viel verwickelter, als sie dem gedankenlosen Purismus erscheint, und oft selbst dann noch mit erheblichen Schwierigkeiten umgeben, wenn es sich um einfache, sinnlich leicht faßbare Gegenstände handelt. Man denke etwa daran, daß sowohl „Lokomotive“ als „Lokomobile“ auf etwas im Raum Bewegliches hindeuten, während doch das zweite Wort gerade umgekehrt eine im Raum festliegende Maschine bezeichnen soll. Durch die fremdländischen Ausdrücke, welche hier beinahe die Bedeutung bloßer Namensgebung haben, kann der Unterschied leicht bezeichnet werden; eine

Verdeutschung *kann* hier zum mindesten leicht Verwirrung stiften — das zeigt wieder drastisch Herr *Engel*, wenn er Lokomotive mit „Dampfwagen oder -maschine“, Lokomobile mit „Fahr-dampfmachine, Dampffahre, Fahrmaschine“ übersetzt¹⁾. In ähnlicher Weise sind z. B. Geometrie und Geodäsie, Geographie und Geologie der wörtlichen Übersetzung noch nahezu dasselbe, obwohl sie inhaltlich völlig verschieden sind. Im ersten Falle gelingt es Herrn *Engel* freilich, den Unterschied durch seine Übersetzung noch mit leidlicher Bestimmtheit herauszuheben, indem er nämlich Geometrie mit „Raumlehre“, Geodäsie mit „Erde-meßkunde“ verdeutschte; im zweiten Falle dagegen ist ihm die Unterscheidung unmöglich, und um sie nun doch wenigstens dem Schein nach zu erreichen, scheut er nicht vor einer sprachlichen Ungeheuerlichkeit schlimmster Art zurück: er übersetzt Geographie mit „Erdkunde“, Geologie mit „Erdekunde“. Oder sollte Herr *Engel* sich hier nur einen Scherz erlauben haben? —

Hier wird dann auch schon ersichtlich, wie die Fremdwörterfrage, in weit höherem Grade noch als für die Technik jeder Art, ganz besonders für die *theoretische Wissenschaft* von großer Bedeutung ist, und wie sie hier in weitem Ausmaße dahin entschieden werden muß, daß fremdsprachliche Ausdrücke vielfach unentbehrlich sind. Denn jeder wissenschaftliche Fortschritt, jede, auch die geringfügigste, ernsthafte Bereicherung der Einsicht bedeutet, daß etwas Neues in den Gesichtskreis und die Vorstellungswelt einer Reihe von Menschen tritt, und daß nichts wichtiger ist, denn es *als* Neues zunächst sorgfältig abgesondert zu halten und mit möglichster Genauigkeit zu bezeichnen. Dazu aber sind fremdländische Ausdrücke, vielfach sogar möglichst entlegene fremdländische Bezeichnungen notwendig und unentbehrlich, denn sie allein sind vor jenen zahlreichen verwirrenden Mißverständnissen geschützt, die sich an Wörter der eigenen Sprache mit ihren zahlreichen populären Unterbedeutungen immer wieder nur allzu leicht anknüpfen würden. Fremdsprachliche Ausdrücke sind hier immer in demselben Grade nötiger, je mehr der dadurch bezeichnete Inhalt schwieriger und verwickelter, mehr von der populären Vorstellungsweise entfernt, weniger der sinnlichen Aufnahme zugänglich und abstrakter ist. Daher ist der berechnete Spielraum für fremdsprachliche Ausdrücke im Bereiche der sogen. exakten Naturforschung wesentlich geringer (abgesehen natürlich von der bloßen *Namengebung* [Pflanzen, Tiere Mineralien, chemische Elemente und deren Zusammensetzungen usw.], bei der die Rolle des fremdländischen Ausdrucks ja im Sprachsinne eine wesentlich andere ist, die daher hier beiseite ge-

lassen werden kann) als sie es in den mehr naturphilosophisch gerichteten Forschungsergebnissen ist. Und wiederum macht die Philosophie überhaupt (ebenso wie die Mathematik) schon deshalb, weil sie das abstrakteste aller Erkenntnisgebiete ist, auch in weitestem Umfange die Verwendung von Fremdwörtern unentbehrlich. Wie sehr sie hier unentbehrlich ist und wie der Übereifer in der Abwehr fremdsprachlicher Ausdrücke leicht zu den seltsamsten Folgen führen kann, zeigt das Beispiel des bekannten nicht unbedeutenden Denkers *Chr. Krause*, der die Absicht hatte, alle Fremdwörter möglichst ganz zu vermeiden, und damit nur bewirkte, daß seine in „reinem Deutsch“ geschriebenen Schriften völlig unverständlich wurden, so unverständlich, daß sie auch heute noch, ja heute erst recht, nur in der Rückübersetzung aus dem Französischen oder Spanischen (in romanischen Ländern hat seine Philosophie lange Zeit nicht geringen Einfluß geübt) genießbar sind¹⁾.

Von besonderer Wichtigkeit unter diesen der Wissenschaft unentbehrlichen Fremdwörtern sind dabei natürlich diejenigen, welche auf eine Überlieferung von vielen Jahrhunderten zurückblicken und in dieser Zeit über die nationalen Schranken hinaus gleichsam Gemeinbesitz des Kulturbewußtseins geworden sind. In solchen Wörtern, wie Atom, Substanz u. ä. haben sich gleichsam ganze Strömungen der Geistesgeschichte verdichtet, und ganze Zeitalter nehmen zu grundlegenden Fragen des Seins und des Lebens schon dadurch Stellung, daß sie diese überlieferten Wörter inhaltlich neuartig auffassen. Es ist darum kaum verständlich, daß der puristische Eifer auch an solche Fremdausdrücke herangeht. Herr *Engel* aber „verdeutschte“ dennoch munter drauf los: „Atom“ z. B. mit Urteil, unteilbar, Spürchen, Stäubchen, Fädchen und dergl., „Substanz“ mit Stoff, Urstoff, Weltstoff, Wesen, Masse, Körpermasse, Gewebe, Grundstock, Kern u. ä.

Auch hier, auf dem Boden der Wissenschaft, darf freilich die Forderung der Freiheit und der Verwendung fremdsprachlicher Ausdrücke nicht im Sinne der Willkür verstanden werden, die über jede Schranke sich hinwegsetzt und die Forderung der Sprachreinheit und Spracheinheit mißachtet. Es gibt in der wissenschaftlichen Literatur leider eine sehr große Anzahl von Fremdwörtern, die nur solcher Willkür ihr Dasein verdanken, die von der Gedankenlosigkeit gehegt und weitergeschleppt werden, oder in denen der Gelehrtendünkel sich spreizt. Es gibt wieder andere, bei denen nur sprachliches Feingefühl und Gewissenhaftigkeit gegenüber dem eigenen wie dem fremden Sprachgut die Grenze sicher finden lassen, die berechnete und unberechnete Verwendung eines Fremdwortes von einander scheiden. Wie fließend oftmals diese Grenze ist, er-

¹⁾ Übrigens ist auch die Lokomotive ein „Kraftfahrzeug“ und „Kraftwagen“, so daß immerhin ein etwas zweideutiges Licht auf diese Bezeichnung fallen würde, wenn sie ausschließlich für das Automobil Geltung behalten sollte.

¹⁾ Vgl. meinen Aufsatz „Philosophische Begriffs- und Wortbildung“, 5. Jahrgang, Heft 33 (17. August 1917) der „Naturwissenschaften“.

sieht man daraus, daß nicht selten ein und dasselbe Fremdwort je nach dem Zusammenhang bald notwendig und unentbehrlich, bald zurückzuweisen und durch ein entsprechendes deutsches Wort zu ersetzen ist; daß andererseits auch Fremdwörter, die von ein und demselben fremden Stammwort abgeleitet sind, doch für die Handhabung einer sehr verschiedenen Wertung unterliegen. So ist z. B. das vom Lateinischen „vita“ abgeleitete Eigenschaftswort „vital“ ein gänzlich und in jeder Hinsicht überflüssiges Fremdwort, das nur eine wenig geschmackvolle Übersteigerung der deutschen Ausdrücke wichtig, entscheidend, bedeutungsvoll, unerlässlich und ähnliches zum Ausdruck bringen soll — es ist ein Wort, das schon der gute Geschmack selbst, von der Forderung möglichster Sprachreinheit noch ganz abgesehen, gänzlich zu meiden raten sollte. — Anders ist es mit dem vom gleichen Stamme vita abgeleiteten Fremdworte Vitalität. Hier wird man zu unterscheiden haben. Will man etwa vergleichend zum Ausdruck bringen, daß die Lebensfähigkeit und durchschnittliche Lebensdauer eines Elefanten um vieles größer sei als die eines Menschen, so besteht kein zureichender Grund, das Wort „Vitalität“ zu verwenden, es sei denn, daß man einmal Veranlassung hat, die Unterschiede in den Ausdrücken Lebensdauer, Lebensfähigkeit, Lebensmöglichkeit, Lebenskraft möglichst einheitlich zusammen zu fassen. Anders aber ist es, wenn ich das Leben eines Menschen oder einer höheren Tiergattung etwa mit dem einer Amöbe oder eines Einzellers vergleiche — hier würde die Anwendung der gleichen Ausdrücke Lebensfähigkeit und dergl. zahlreichen Mißverständnissen und Verwirrungen Tür und Tor öffnen. Denn die Ergebnisse der biologischen Forschung, welche uns gelehrt haben, wie auf den untersten Stufen des Organischen etwas dem Leben Analoges sich zeigt, sind erst ganz jungen Datums, die Volkssprache aber ist seit Jahrhunderten und selbst Jahrtausenden gewöhnt, beim Worte Leben nur an die höheren und höchsten Erscheinungsformen des Organischen zu denken; diesem verwirrenden Widerspruch weicht der Forscher aus, indem er beides im Fremdwort Vitalität zusammenfaßt und gleichsam neu benennt. — Das Fremdwort „Vitalismus“ endlich, vom gleichen Stamme abgeleitet, kann unbeschränkte Geltung beanspruchen. Denn indem es eine bestimmte Richtung der Naturphilosophie bezeichnet, ist es nicht nur schon durch Herkommen und Überlieferung, gewissermaßen durch eine stillschweigende Übereinkunft aller an der Naturphilosophie Interessierten, gerechtfertigt, sondern auch dem sachlichen Inhalte nach dadurch, daß eben diese naturphilosophische Richtung Analogien des Lebens in allem Seienden, auch dem anscheinend völlig Leblosen, erblickt und so den Gebrauch des Wortes Leben weit noch über die Grenzen ausdehnt, bis zu denen die weitherzigste Auslegung des populären Sprachgebrauchs zu folgen vermöchte.

Man sieht hierbei auch, wie verkehrt es meist ist, ganz allgemein von vornherein und ein für allemal bestimmen zu wollen, diese oder jene Gruppe von Fremdwörtern oder dieses oder jenes einzelne Fremdwort sei zulässig oder zu verwerfen. Bei vielen, und zum Teil gerade den gebräuchlichsten, Fremdausdrücken ist es vielmehr so, daß sie je nach dem Zusammenhang, in den sie hineingestellt sind, bald unentbehrlich, bald mindestens überflüssig oder gar bedingungslos zu verwerfen sind. Hierbei spielen nicht nur die rein verstandesmäßigen Erwägungen und Richtlinien eine Rolle, von denen bisher die Rede war, sondern oftmals auch Erfordernisse des Stils, Unwägbarkeiten der Stimmung, Rücksichten selbst auf die Form einer einfachen Mitteilung. Man nehme etwa das Fremdwort „Fragment“. In vielen, wenn nicht den meisten, Fällen wird es zum mindesten überflüssig und in diesem Sinne auch unzulässig sein, da es inhaltlich durch das deutsche Wort „Bruchstück“ vollständig ersetzt werden kann: Wie aber wenn ich z. B. davon spreche, daß auch ein großes Kulturvolk nur ein Fragment des Menschlichen sei? Kann ich hier auch das Wort „Bruchstück“ einsetzen? Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß dies unmöglich ist. Denn Bruchstück bedeutet eben immer, daß etwas auseinandergebrochen und ein Stück des Ganzen nun übrig ist — kann diese Vorstellung nur irgendwie der entsprechen, die ich in Hinsicht auf ein großes Kulturvolk nahe bringen will? Dagegen entspricht ihr ganz das Fremdwort Fragment. Denn man ist gewohnt, bei diesem Worte an Werke, Produkte, insbesondere an Werke schöpferisch-geistiger Arbeit, zu denken, die nicht vollendet wurden: *Schiller* hat den *Demetrius* als Fragment hinterlassen, weil sein Leben und seine Kräfte begrenzt waren, weil ihm der Tod die Feder aus der Hand nahm; *Goethe* hat den „*Faust*“ nur formell abgeschlossen, in Wahrheit auch als Fragment hinterlassen, weil auch seine Geisteskraft die letzten Ziele dieses großen Menschheitsdramas nicht erreichen konnte. Dem allen würde nun genau die Vorstellung entsprechen, daß auch die schöpferische Kraft, welche in einem großen geschichtlichen Kulturvolke wirkt, so weit sie auch vordringt in der Entfaltung und Ausprägung des allgemein Menschlichen, doch das Werk niemals vollenden, das Allmenschliche nicht erreichen kann. Würde man also hier statt des Fremdwortes Fragment den Ausdruck Bruchstück oder selbst Stückwerk einfügen, so würde man damit eine ähnliche Wirkung erzielen wie mit einem Mißtone oder einem fehlgegriffenen Akkorde in der Musik.

* * *

Ausreichendes Sprachverständnis und Sprachgefühl sind also die nötigen Voraussetzungen dafür, daß in der Fremdwörterfrage der richtige Weg mit Sicherheit beschrritten oder jedenfalls nie ganz verfehlt werden kann. Fehlt es an jenen beiden Fä-

higkeiten so ganz besonders innerhalb des deutschen Sprachgebiets und namentlich beim deutschen Schrifttum aller Art? Fast könnte man es annehmen. Denn unzweifelhaft: für die Erscheinungen, welche auf solches Fehlen schließen lassen, fehlt es im Bereiche anderer Sprachen an Gleichartigem. Auch im Gebiete anderer Kultursprachen gibt es zwar eine beträchtliche Zahl von Fremdwörtern, aber nicht entfernt eine derartige Überfülle wie im Deutschen. Auch in anderen Sprachgebieten gibt es zuweilen Vorstöße in puristischer Richtung, aber diese gelegentlichen Versuche bleiben an Zahl und Bedeutung und Einfluß sehr weit hinter dem zurück, was bei uns nach dieser Richtung sich hervorwagt. Und nirgendwo sonst findet sich ein Seitenstück zu dem seltsamen Zweifrontenkrieg gegen Fremdwörterei und Purismus, den die deutsche Sprache auszukämpfen hat, und dies gegenwärtig wie in der jüngsten Vergangenheit schärfer und schwerer als jemals früher und in weiter zurückliegenden Zeiten.

Es ist dennoch von vornherein klar, daß man den Deutschen im allgemeinen nicht geringeres Sprachverständnis und Sprachgefühl zuschreiben kann als anderen Völkern. Mindestens der Anlage nach kann es in dieser Hinsicht nicht schlechter bei ihnen bestellt sein — dafür sprechen die in nicht geringerer, eher größerer, Zahl und Bedeutung auch in deutscher Sprache geschaffenen Meisterwerke.

Aber vielleicht erklären sich jene seltsamen Ausnahmeerscheinungen aus besonderen Charaktereigenschaften, wie Gedankenlosigkeit, Gelehrten-dünkel, chauvinistischen Regungen aller Art und ähnlichem. Alles das spielt gewiß eine zum mindesten mitwirkende Rolle — aber es ist unmöglich, darauf allein jene seltsamen Ausnahmeerscheinungen zurück zu führen. Denn es handelt sich bei jenen Charaktereigenschaften um solche allgemein menschlicher Art, oder, wie bei den Erscheinungen des Chauvinismus, um Verirrungen, die überall mit der Entwicklung des nationalen Lebens ziemlich gleichmäßig hervortreten.

Die wichtigsten Sonderursachen müssen also wohl etwas tiefer, in allgemeineren Bedingnissen deutscher Kultur und deutscher geschichtlicher Entwicklung gesucht werden. Man findet sie leichter, wenn man die Fremdwörterfrage nicht als für sich bestehende Erscheinung gesondert ins Auge faßt, sondern auf das Ganze des Sprachlebens und der Sprachbehandlung sein Augenmerk richtet. Der Zweifrontenkrieg gegen Fremdwörterei und Purismus oder, allgemeiner ausgedrückt, die Not in Hinsicht der Begriffs- und Wortbildung ist ja nur *eine* Seite der Notlage der deutschen Sprache — die andere eng damit verknüpfte ist die nicht weniger schwere Not in der Satz- und Stilbildung. Und von dieser mag dann vielleicht ein anderes Mal die Rede sein.

Die Gasbehandlung der Pferderäude

Von Dr. B. Harms, Berlin.

Unter den Pferdekrankheiten, die im Kriege sowohl bei uns als auch bei unseren Gegnern eine besondere Ausdehnung erfahren haben, steht die Räude an erster Stelle. Da sie nicht nur zu einer schweren Schädigung, sondern sogar zu einem großen Verlust des kostbaren Pferdmaterials führte, so war ihre zielbewußte und erfolgreiche Bekämpfung eine der Hauptaufgaben der Tierärzte.

Die Pferderäude wird in ihrer schwersten Art wie die Räude der Hunde und anderer Haustiere und die Krätze des Menschen durch eine 0,2 bis 0,4 mm lange Milbe der Gattung *Sarcoptes* hervorgerufen, die unter der Oberhaut ihrer Wirte Gänge gräbt und so die als Räude und Krätze bekannten Hautaffektionen hervorruft. Es ist seit langem bekannt, daß die Räumilbe nicht nur von Tier zu Tier derselben Art übertragen werden kann, sondern auch von Tier zu Tier verschiedener Art und vom Tier auf den Menschen.

Zur Bekämpfung der Milben hat man nun zahllose und bisweilen gar sonderbare Mittel versucht, besonders Einreiben von Salben und Limenten, die aber alle, zumal in ihrer Kriegszubereitung, so gut wie völlig versagt haben. Erst in der Gasbehandlung mit Schwefeldioxyd wurde ein Verfahren gefunden, das den Anforderungen einer wirksamen Bekämpfungsmaßregel nahezu völlig entsprach.

Wie wir es so häufig in der Geschichte der Wissenschaften finden, so wurde auch die *Bekämpfung der Pferderäude durch Schwefeldioxyd* gleichzeitig und unabhängig voneinander von zwei Seiten erforscht und in die Praxis eingeführt. In Deutschland gebührt dieses Verdienst Nöller, der zur gleichen Zeit wie die französischen Veterinär-Offiziere Viget und Chollet vom französischen Heeres-Veterinärdienst und unabhängig von diesen seine Versuche anstellte.

Die Verwendung von Gasen zur Bekämpfung von Schädlingen hat im Kriege eine weitgehende Verbreitung gefunden. Als besonders wirksam zur Abtötung von schädlichen Tieren hat sich das Blausäuregas (HCN) erwiesen, das jedoch (aus noch zu erörternden Gründen) für eine Bekämpfung der Parasiten am lebenden Wirtstiere nicht in Betracht kommt. Vorzüglich bewährt es sich zur Vernichtung von Speicher- und Mühlenschädlingen, von Wanzen und Läusen in Kasernen, Mühlen, Eisenbahnwagen usw., da es wegen seiner großen Flüchtigkeit selbst in die entferntesten Winkel dringt und die Schädlinge restlos vernichtet. Dabei hat es den Vorteil, daß es weder Holz noch Metalle, noch besonders in den Gebäuden lagernde Vorräte wie Mehl, Getreide irgendwie angreift. So kann z. B. von Blausäuregas-getroffenes Mehl ohne irgend welche Bedenken verbacken und vom Menschen genossen werden.

Das Blausäuregas hat jedoch einen großen Nachteil: seine außerordentliche Giftigkeit für den Organismus der Warmblüter. Und deshalb ist es nicht als ein brauchbares Mittel zur Parasitenbekämpfung auf dem lebenden Körper anzusprechen; denn ein solches müßte im idealen Sinne neben seiner unfehlbaren Wirkung auf die Parasiten eine völlige Unschädlichkeit für den Wirtsorganismus besitzen. Die Blausäure besitzt, wie gesagt, diese zweite Eigenschaft nicht, und deswegen können wir sie zur Entfernung von Parasiten vom Wirtstier nicht benutzen.

Nöller erprobte neben anderen Mitteln wie Schwefelkohlenstoff, Chlor auch sie bei der Bekämpfung der Pferderäude. Aber es zeigte sich, daß mit ihr in noch zu bezeichnender Weise behandelte Pferde bereits nach 5 Minuten zusammenstürzten und 10 Minuten später verendeten. Die Ursache hierfür ist, daß die Blausäure als sehr leichtes Gas rasch durch die Haut diffundiert und mit dem Oxyhämoglobin des Blutes eine chemische Verbindung eingeht, die nicht ohne weiteres mehr imstande ist, den eingeatmeten Sauerstoff abzugeben. So erklärt sich die rasche Giftwirkung der wasserfreien Blausäure. Nöller kam daher durch die Überlegung, daß schwerere Gase langsamer diffundieren und Säuren in der Haut gebunden werden, auf die schweflige Säure, die alle auf sie gesetzten Erwartungen erfüllte.

Das von Nöller angegebene Schwefeldioxyd-Verfahren zur Bekämpfung der Pferderäude hat sich bereits derart gut bewährt, daß es allgemein bei der Armee eingeführt ist, wie aus einem neueren Bericht von Bauer (1918)¹⁾ und dem auf der kürzlich stattgehabten Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie gehaltenen Vortrag von Prof. Flury hervorgeht.

Das Schwefeldioxyd, das am leichtesten durch Verbrennen von Schwefel hergestellt wird, wird schon seit langem zur Abtötung von Lebewesen aller Art benutzt. Insektensammler töten ihre Beute durch Dämpfe des brennenden Schwefelfadens; in gleicher Weise macht man Weinfässer und Einmachebüchsen vor dem Gebrauch keimfrei. Der dumpfe Geruch feuchter Zimmer und Keller wird seit altersher durch Ausräuchern mit brennendem Schwefel beseitigt (Desodorieren). Einmal werden hierbei die Schimmelpilze, welche diesen Geruch durch Bildung von Schwefelwasserstoff hervorrufen, selbst abgetötet, andererseits wird auch der entstandene Schwefelwasserstoff durch das Schwefeldioxyd in geruchlose Verbindungen übergeführt. ($2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$.)

Der einzige Nachteil der Schwefeldioxyd-räucherung ist, daß das Gas organische Farbstoffe bleicht und Metalle wenigstens in feuchtem Zustande angreift. Bei der Ausräucherung von Räumen muß es daher der Blausäure den Vorzug lassen, aber bei der Entfernung von Parasiten von

dem tierischen Körper ist es das bisher einzig mögliche Gas.

Wie geschieht nun eine solche Befreiung von den Schmarotzern, z. B. den Räudemilben? Das zu entmilbende Pferd kommt in einen gasdichten Raum (Gaszelle), nur der Kopf ragt aus einem Fenster heraus. Dieser wird durch einen Stoffhalskragen, der am Fensterrahmen befestigt ist und dem Halse des Pferdes fest angelegt werden kann, vor der Einwirkung des Schwefeldioxyds geschützt. Die Franzosen bedienen sich eines Systems von 10 aneinander gereihten und durch Löcher in den Zwischenwänden miteinander in Verbindung stehenden Zellen, die gleichzeitig in Betrieb genommen werden können. Das Gas erzeugen sie durch Verbrennen von Schwefel in einem besonderen Generatorofen, während Nöller sich des in Stahlflaschen verflüssigten Gases bedient. Vigel und Chollet ließen das Gas bei einer Konzentration von $5\frac{1}{2}$ bis 6 Volumprozent zwei Stunden einwirken, während Nöller eine Konzentration von 3 Volumprozent bei $\frac{1}{2}$ stündiger Einwirkungsdauer als ausreichend fand. Diese Verschiedenheit in dem für jeden Parasiten bei sonst gleichen Umständen konstanten Gaskoeffizienten (Konzentration \times Einwirkungsdauer) dürfte sich daraus erklären, daß Nöller reines Schwefeldioxyd verwandte, während Vigel und Chollet das durch Schwefelverbrennung erhaltene, und daher nicht ganz reine, verwandten. Hinzu kommt noch, daß Nöller, wie aus seinen Gasprüfungsversuchen hervorgeht, besonderen Wert auf genügend hohe Temperatur wegen der erhöhten Beweglichkeit und des gesteigerten Gasbedürfnisses der Milben legte.

Vor der Behandlung in der Gaszelle werden die Pferde glatt geschoren und der Kopf, welcher der Einwirkung der Gase ja nicht ausgesetzt ist, wird mit Petroleum, in Frankreich mit Kresolöl (1:10) eingerieben. Weiterhin lassen Vigel und Chollet die Pferde mit einer Sodalösung und milder Seife sorgfältig waschen, um eine Lösung und Entfernung der Borken hervorzurufen.

Der Erfolg der Gasbehandlung ist dann auch ein ganz vorzüglicher. Selbst nach einmaliger Vergasung, die man in Frankreich zur völligen Entfernung für genügend erachtet, während man in Deutschland, um ganz sicher zu gehen, nach 5—8 Tagen eine nochmalige Vergasung vornimmt, zeigten vorher von Milben wimmelnde und mit mehreren Millimeter dicken Borken bedeckte Pferde sämtliche Milben und Eier tot. Selbstverständlich bleiben die Pferde noch längere Zeit (etwa 6 Wochen) in Behandlung oder Beobachtung und werden als geheilt entlassen, wenn die Borken sich gelöst haben, die Falten verschwunden sind, die Haut wieder glatt geworden ist und das Scheuern und Kratzen nachgelassen hat.

Zur Verhütung von Neuinfektionen ist es erforderlich, die Tiere mit sorgfältig desinfizierten Halftern und Zügeln zu versehen und in gleich-

¹⁾ Die Bauersche Arbeit läßt merkwürdigerweise nicht erkennen, daß das Verfahren von Nöller herrührt.

falls desinfizierten Räumlichkeiten unterzubringen. Tritt trotz aller Vorsichtsmaßregeln ein Rückfall ein, so genügt eine zweite Vergasung zur erfolgreichen Bekämpfung.

Das Schwefeldioxydverfahren, das hinsichtlich seiner Billigkeit, Einfachheit, schnellen Wirksamkeit und Unschädlichkeit für das behandelte Tier jedes andere Verfahren weit in den Schatten stellt, ist für die Räudebekämpfung unter den Pferden der Zivilbevölkerung von der gleichen Wichtigkeit wie für die Pferde des Heeres, und es bemühten sich sofort nach Bekanntwerden der ersten erzielten Erfolge zahlreiche Kreise, es auch außerhalb der Armee einzuführen. Daß dies bis jetzt noch nicht in dem gewünschten Umfange möglich war, liegt einmal an der Neuheit des Verfahrens und zweitens daran, daß, obwohl von einem Mangel an Schwefeldioxyd nicht die Rede sein kann, doch das vorhandene der Armee vorbehalten bleiben muß, gegen deren Bedürfnisse während des Krieges alle privaten Wünsche zurückstehen müssen.

Aber nicht nur zur Bekämpfung der Räudemilben kann das Schwefeldioxyd Anwendung finden, sondern auch zur Beseitigung von Flöhen, Läusen, Haarlingen (Mallophagen) und Zecken von den Wirtstieren. Die Zeit wird wohl nicht mehr fern sein, wo in jeder tierärztlichen Klinik oder jedem Ambulatorium die Entfernung derartiger, manchmal geradezu in unglaublichen Massen vorhandener Parasiten durch das Schwefeldioxydverfahren schnell und zu geringem Preise vorgenommen wird. Man wird hierfür mit wesentlich geringeren Konzentrationen und kürzerer Einwirkungsdauer auskommen als bei der Räudebekämpfung, da die genannten außen auf dem Körper des Wirtes lebenden Parasiten (Ektoparasiten) eine weit größere Empfindlichkeit gegen das Schwefeldioxyd zeigen als die unter der Haut lebenden *Sarcoptes*-Milben.

Auch zur Bekämpfung der Krätze des Menschen brachten es zwei englische Forscher *Bruce* und *Hodgson*, gestützt auf gute Erfolge, in Vorschlag, den jedoch *Mac Cormac* und *Small* nicht billigen, da sie das Verfahren als zu gefährlich für den Patienten ansehen. Ich glaube, daß auch hier der richtige Anwendungsmodus — die Technik der Anwendung hat seit den Versuchen jener Forscher wesentliche Fortschritte gemacht — gefunden werden kann; denn es ist nicht einzusehen, warum das Schwefeldioxyd für den Menschen schädlich wirken soll, wenn es sich für andere Warmblüter als völlig unschädlich erwiesen hat.

Literatur.

1. *Bauer*, Die Behandlung der Pferderäude mit Schwefelsäureanhydrid. Zeitschr. f. Veterinärkunde 1918, S. 337—351.
2. *J. Bruce* und *S. Hodgson*, Treatment of scabies by sulphur vapour. Brit. Med. Journ. 1916. Nr. 2901, S. 177.
3. *H. Mac Cormac* und *W. D. Small*, The scabies problem on active service. Brit. Med. Journ. 1917. Nr. 2960, S. 384.

4. *W. Nöller*, Zur Biologie und Bekämpfung der *Sarcoptes*-Milbe des Pferdes. Zeitschr. f. Veterinärkunde 1917, S. 481—504.
5. *P. J. du Toit*, Bemerkungen zur Gasbehandlung der Pferderäude. Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1918. Nr. 37 S. 361—362.
6. *Vigel* und *Chollet*, Lepinay's treatment of mange of the horse by sulphurous anhydride. Veterinär-Journ. Vol. 73. 1917. S. 267.

Besprechungen.

Defant, Albert, Wetter und Wettervorhersage. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1918. VI, 380 S., 142 Abbildungen und eine Karte. Preis M. 15,—.

Das Werk von *Defant* ist eine wesentliche Bereicherung der meteorologischen Literatur. An volkstümlichen Darstellungen dieser Art ist sicher kein Mangel, aber — wie der Verfasser zutreffend bemerkt — „ein Buch, das sich speziell mit den Witterungserscheinungen Mitteleuropas, sowie mit dem für viele Zweige des praktischen Lebens überaus wichtigen Problem der Wettervorhersage nach modernen Gesichtspunkten befaßt, fehlte bisher in der deutschen Literatur“. Referent möchte hinzufügen, daß auch im Ausland kein Werk erschienen ist, daß so vollständig die Witterungsvorgänge am Erdboden und in der Höhe miteinander verknüpft und die verschiedenen Versuche, die Wettervorhersage auf wissenschaftlicher Grundlage zu verbessern, zusammenfaßt.

Das Buch setzt sich aus drei Teilen zusammen. Der erste (das Wetter) kann als ein Grundriß der synoptischen Meteorologie bezeichnet werden; von dem ähnlichen, aber mehr populären „Wetter“ von *Abercromby-Pernter* unterscheidet es sich grundsätzlich durch die Hinzufügung der Ergebnisse aus den höheren Luftschichten. Die von *Defant* gegebene Verschmelzung von Aerologie und synoptischer Meteorologie ist äußerst dankenswert und vorzüglich gelungen. Besonders tritt dies im dritten Kapitel über das Wetter bei typischen Isobarenformen hervor. Sehr inhaltreich ist auch das fünfte Kapitel über die Bewegung der Luft mit Besprechung der augenblicklichen Stromlinien, der Luftbahnen, Konvergenz- und Divergenzpunkte im Stromfelde gemäß den Untersuchungen von *Köppen*, *Meinardus*, *Shaw* und *Lempfert*, *Bjerknes* u. a. Die übrigen Kapitel des ersten Teiles behandeln Ursprung und Entwicklung der Wetterkunde, die Beziehungen zwischen Luftdruck und Wind, die Veränderungen der Druckverteilung und die unperiodischen Druckänderungen (u. a. Isallobaren und theoretische Vorstellungen über Ortsveränderungen der Druckgebilde, Einfluß warmer und kalter Luftströme), Witterungserscheinungen, die durch den Transport verschieden temperierter Luftmassen erzeugt werden, Böen und Gewitter.

Der zweite, die Wettervorhersage behandelnde Teil bespricht im ersten Kapitel allgemein das Problem, alsdann die neueren statistischen Methoden, ähnliches Wetter durch Ziffern zu kennzeichnen (v. *Myhrbach*, *Kaltenbrunner*) und die Abgrenzung der Prognosenbezirke nach den Vorschlägen von *A. Winkelmann*. Am wichtigsten ist das zweite Kapitel mit Regeln und Erfahrungssätzen für die Wettervorhersage. Hier sind u. a. die Regeln von *Guilbert-Großmann* und die Erklärungen von *Hesselberg* sowie die aus aerologischem Material abgeleiteten Regeln von *F. M. Ezner* sehr gründlich erörtert, während die Berücksichtigung örtlicher Anzeichen wohl eine etwas eingehendere Behandlung verdient hätte. Zwei ausführlich, namentlich an Hand von Isallobaren besprochene Beispiele, sowie ein

Kapitel über Erfolge und Kritik der Witterungsvorhersage beschließen den zweiten Teil.

Der dritte Teil gibt eine gute Übersicht über die Witterungserscheinungen längerer Zeiträume. Von der allgemeinen Luftdruckverteilung über dem nordatlantischen Ozean, deren Anomalien und ihrer Beziehung zu den Witterungsanomalien Europas ausgehend, werden die großen Aktionszentren besprochen. Das zweite Kapitel behandelt die Vorausbestimmung des Witterungscharakters längerer Zeiträume nach *van Bebbber*, *Petersson* und *Meinardus*. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit Witterungsperioden (etwaige Einflüsse von Mond- und Sonnenflecken, *Brückners* 35-jährige Periode und *Defants* mehrtägige Perioden mit Wellenlängen, welche aliquote Teile des Erdumfanges sind).

Hinsichtlich der vorausgesetzten Vorkenntnisse und der Darstellungsweise entspricht *Defants* Buch ungefähr dem großen Lehrbuch der Meteorologie von *Hann*. Da letzteres mit Absicht auf die Behandlung der praktischen Witterungskunde verzichtet hat, kann *Defants* Buch als willkommene Ergänzung hierzu bezeichnet werden.

R. Süring, Potsdam.

Davis, W. M., und K. Östreich, Praktische Übungen in physischer Geographie. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1918. Textheft 115 S. und Atlas von 38 Tafeln. 8°. Preis M. 2,80, Atlas M. 3,80.

Das Erscheinen dieses Werkes ist bereits seit langem von der Fachwelt erwartet worden. Zusammen mit den beiden gemeinsam mit *G. Braun* und *A. Rühl* herausgegebenen, bereits vor Jahren erschienenen Davisschen Hauptwerken der „*Physiogeographie*“ und der „*erklärenden Beschreibung der Landformen*“ sind somit jetzt die sämtlichen, so viel Aufsehen erregenden Hauptwerke des führenden amerikanischen Geographen und Morphologen der breitesten Öffentlichkeit des deutschen Publikums zugänglich gemacht worden.

Was in obigem Werke vorliegt, ist die Übersetzung und Umarbeitung des unter dem Titel: „*Practical exercises in physical geography*“ im Jahre 1908, zusammen mit zugehörigem Atlas, herausgegebenen amerikanischen Originals. *K. Östreich*, Professor der Geographie an der Universität Utrecht, hat sich das Verdienst der mühsamen Herausgabe der deutschen Ausgabe erworben.

Die Originalausgabe war nicht ausdrücklich nur für Studenten, sondern auch für Schüler höherer Lehranstalten bestimmt gewesen. Das hatte Niveau und Ton des Werkes streckenweise stärker herabgedrückt, als es für unsere deutschen Verhältnisse, in welchen nur der Geographie treibende Universitätsstudent als Benutzer in Frage kommen konnte, wünschenswert war. Das hat *Östreich* richtig erkannt und es liegt in der dadurch notwendig gewordenen Umarbeitung und Erweiterung des Wortlautes des *Textheftes*, wie sie vom Bearbeiter vorgenommen worden ist, eine recht erhebliche und dankbar anzuerkennende Mehrleistung.

Auch im *Atlas* galt es an Stelle der Blätter XXXV bis XXXIX des Originals (mit ihren dem deutschen Studenten ferner liegenden amerikanischen Beispielen) solche aus europäischen, vor allem aus mitteleuropäischen Ländern zu setzen und im *Textheft* an passender Stelle erläuternd heranzuziehen. Das ist mit Geschick und gutem Gelingen durchgeführt worden. Auf die Wiedergabe der auf Taf. XXX—XXXIV des amerikanischen Originals gegebenen Darstellungen zur *Klimatologie* und *Ozeanographie*, sowie auf Übersetzung oder Umarbeitung der darauf Bezug nehmenden Übungen

X—XIII des *Textheftes* ist verzichtet worden. Dadurch ist der Charakter des Ganzen als einer Anleitung zu *morphologischen* Gedanken- und Kartenübungen bewußt geschlossener herausgearbeitet worden.

In der *Methode* schließt sich Text und Atlas eng an die in der wissenschaftlichen Welt viel umstrittene Art und Weise des amerikanischen Morphologen an, d. h. Text und Atlas benutzen in erster Linie Davissche Nomenklatur und Davissche Gedankengänge. Diese müssen daher bei Durchnahme der Übungen durch *vorheriges* Studium in Vorlesungen oder an Hand der Davisschen Werke dem Benutzer hinlänglich bekannt geworden sein. Referent ist daher der Meinung, daß sich die Durcharbeitung dieser Anleitungen zu praktischen Übungen am besten an morphologische Studien *anschließen*, nicht aber mit ihnen gemeinsam oder gar *vor* ihnen gemacht werden sollten, wie *Davis* dies (S. VII der Vorrede) als das mehr wissenschaftliche Verfahren zu befürworten scheint.

Die *Figuren des Atlas*, welche zur Grundlage der Übungen dienen, sind *schematische* Zeichnungen, nicht Abbildungen wirklich beobachteter Vorkommnisse in der Natur. Dies entspricht der deduzierenden Methode des gesamten Davisschen Lehrgebäudes, dessen stark zur Schematisierung neigende Art von der Kritik nicht ohne gewisse Berechtigung vielfach beanstandet worden ist. Einerseits muß man den erheblichen *didaktischen* Wert solchen Ableitens der Erscheinungsreihen an der Hand von systematisch fortschreitenden Idealbeispielen fraglos zugeben und ihn nicht zu gering einschätzen. Andererseits wird man sich davor zu hüten haben, diese Übungen an Schemadiagrammen als Ersatz für Übungen und Exkursionen im Felde zu betrachten. Im Gegenteil, man sollte recht häufig das theoretisch Abstrahierte durch systematisch angelegte Exkursionen in der Natur selber nachprüfen und durch Veranschaulichung vertiefen. Das wünscht auch *Davis*.

Es muß besonders betont werden, daß Atlas und Text stets und nachdrücklich auf den von *Davis* besonders entwickelten und mit Liebe herausgearbeiteten sogenannten „*geographischen Zyklus*“ zurückgreifen. Der diese Vorstellung tragende Gedanke der Entwicklung beherrscht alle Anweisungen und Fragen, welche sich auf die acht Serien von dreidimensionalen figurlichen Darstellungen (sogenannte Blockdiagramme) aus dem „normalen“ Erosions-Zyklus des fließenden Wassers und auf den Zyklus der Küsten beziehen. Daneben enthält der Atlas noch eine Anzahl von mehr oder weniger vollständig ausgeführten Kärtchen und Profilen, die nach Anweisungen des Textes zu vervollständigen sind. Eine dritte Gruppe bietet vereinfachte Kartendarstellungen bestimmter Landschaften, die als Beispiele für die in den Blockdiagrammen schematisch dargestellten Landschaftsformen gedacht sind.

Alles in allem wird Text und Atlas ein höchst nützlicher Anhalt zur Veranstaltung morphologischer Übungen auch in deutschen geographischen Seminaren sein, bei dessen Verwendung freilich die häufig gemachten und in ihrer Berechtigung kaum völlig von der Hand zu weisenden, wenn auch nicht einseitig zu übertreibenden Bedenken gegen die *Davis*-Methode überhaupt im Auge behalten werden sollten.

Max Friederichsen, Königsberg.

Zuschriften an die Herausgeber.

Haareis.

Die Mitteilung über Haareis auf Seite 601 erwähnt nur *Herschels* Bericht. Es sei mir deshalb erlaubt,

eine weitere Angabe zu machen. Der Scientific American vom 28. November 1914 beschreibt die gleiche Eisform und nennt dabei neben *Herschel* noch *John Le Conte*. Weiter wird eine Arbeit von *W. W. Coblentz* in dem Journal of the Franklin Institute referiert. *Coblentz'* Wahrnehmungen scheinen darzutun, daß die Haar-Eisbildung unzweifelhaft auf der Haarröhrenwirkung der Gefäße bei abgestorbenen Pflanzen beruht. Er erklärt hiermit auch das ungleiche Auftreten dieser Eisbildung bei verschiedenen Pflanzen. Sobald stärkerer Frost alle Feuchtigkeit aus den toten Stengeln genommen hat, hört die Eisbildung auf. Eine Temperatur nahe dem Eispunkte ist die günstigste für diese Haareisbildung.

Wageningen, den 14. Oktober 1918.

B. A. Plemper van Balen.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Knud Rasmussens zweite Thule-Expedition 1916/18.
Noch vor einem Jahrzehnt war Grönland das einzige bewohnte Land der Erde, dessen Küstenumrisse auf weite, mehrere hundert Kilometer lange Strecken völlig unbekannt waren. Es ist hauptsächlich das Verdienst der dänischen Forschungsreisenden *Mylius-Erichsen*, *Mikkelsen* und *Rasmussen*, daß diese Lücken unserer geographischen Kenntnis jetzt ausgefüllt sind. Der letztgenannte Forscher hat bereits im Jahre 1912 die Nordwestküste Grönlands gemeinsam mit *Peter Freuchen* erforscht und seinem damaligen Standort, das in etwa 76° nördlicher Breite in der North Star Bay gelegen war, den Namen „Thule“ gegeben. Schon damals hatte er den Nachweis geliefert, daß der von dem Amerikaner *Peary* entdeckte und nach ihm benannte Kanal, der nach *Pearys* Bericht in etwa 82° nördlicher Breite von der Nordwestküste zur Ostküste führt und den nördlichsten Teil, *Peary-Land*, von dem übrigen Grönland abtrennt, in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, ein Ergebnis, zu dem etwa gleichzeitig auch *Mylius-Erichsen* kam, der von Westen her durch den Independence-Fjord bis zu der fraglichen Stelle „Navy-Cliff“ vordrang.

Die zweite Thule-Expedition, über die soeben ein vorläufiger Bericht erschienen ist¹⁾, trat *Rasmussen* von Kopenhagen aus am 1. April 1916 auf dem Dampfer „Hans Egede“ an, um die Küsten der Melville-Bucht sowie die großen Fjorde der grönländischen Nordküste zu untersuchen und zu kartieren. Nach der am 18. April erfolgten Landung in Godthaab (64° nördl. Breite) legte er die 2250 km lange Strecke bis zum 75. Breitengrade abwechselnd im Motorboot, Ruderboot, Eskimo-Fellboot und Hundeschlitten zurück und erreichte am 4. Juni Devils Thumb, von wo aus bis zum 17. Juni die Küste der Melville-Bucht in ihrer ganzen Erstreckung von 500 km Länge bereist und kartiert werden konnte. Die Untersuchung von mehr als 50 hier aufgefundenen Ruinen von Eskimo-Wohnstätten lieferte wertvolles Material zum Verständnis der Wanderzüge dieses Volkes nach Süden. Auch in der Umgebung von Thule wurden in der Zeit vom 1. Juli bis 1. Oktober zahlreiche lokale Aufnahmen gemacht, u. a. eine Detailkarte des größten dieser verlassen Orte, Umanak im Wolstenholmsfjord, aufgenommen, der etwa 60 Hausruinen, viele Gräber, Zelt rings usw. enthält. Hier fand man eine jener prä-

historischen Muschelablagerungen, die als Speisereste primitiver Völker erkannt sind, und deren dänische Bezeichnung Kökkenmøddinge (Küchenabfälle) sich auch in der deutschen anthropologischen Literatur als Fachausdruck eingebürgert hat. Der große Kökkenmødding enthielt in seiner untersten Schicht eine Lage von Walbarten, ein Beweis, daß der Grönlandswal hier in früheren Zeiten die Grundlage für eine jetzt vollständig der Vergessenheit anheimgefallene Geräte-Kultur abgegeben hat. Mehrere Winterreisen in der Zeit von Oktober 1916 bis März 1917 dienten zur Verbesserung und Ergänzung des bis dahin gesammelten kartographischen und ethnographischen Materials.

Die Schlittenreise nach dem mehr als 1000 km entfernten Hauptarbeitsgebiet der großen Fjorde an der Nordküste war in der Weise organisiert, daß im Interesse des schnelleren Vorwärtkommens auf die Mitnahme des vollen Proviantes verzichtet wurde, da man auf reiche Jagdbeute an Seehunden und Moschusochsen rechnen konnte. Die Reisetchnik der Eskimos diente hier, wie schon auf der ersten Thule-Expedition, als Muster. Sechs Schlitten mit 72 Hunden dienten als Transportmittel, doch wurden diese auf dem ersten Teil der Reise von vielen Hilfschlitten begleitet, so daß am 6. April 1917 die stattliche Karawane von 27 Schlitten und 354 Hunden von Thule aufbrach. Bereits am 22. April war der Humboldt-Gletscher passiert. Bei Kap Morton (81° nördlicher Breite), wo der Kennedy-Kanal in das Hall-Bassin mündet, fand man ein altes Proviantlager, das 1875 von dem Schiff „Discovery“ der englischen Nordpolarexpedition unter Kapitän *Nares* angelegt worden war. Es enthielt noch 56 Zweipfunddosen mit tadellos erhaltenem Hammelfleisch, das den Expeditionsteilnehmern sehr willkommen war. Am 7. Mai wurde bei Dragon Point am St. Georgs-Fjord ein vom 25. Mai 1876 datierter Bericht von *Beaumont*, dem ersten Entdecker dieses Küstenstrichs, aufgefunden. Sehr bald zeigte sich nun, daß auch hier die Karte große Mängel aufwies, indem das auf ihr angegebene große Landgebiet zwischen Viktoria- und Nordenskiöld-Fjord nicht existierte. Die Expedition geriet dadurch in eine schlimme Lage, weil man gerade dort auf ein ergiebiges Terrain für die Jagd auf Moschusochsen gerechnet hatte. Es mußte daher die Hälfte der Zughunde geschlachtet werden. Trotz der Lebensmittelschwierigkeiten gelang es, vom 8. Mai bis 22. Juni die großen Fjorde vom Sherard Osborne- bis zum De Long-Fjord zu untersuchen und zu kartieren. Der letztere verzweigt sich in drei Arme, von denen der östlichste der größte ist. Den Hintergrund aller drei Verzweigungen bildet ein hohes, firnbedecktes Gebirgsland, so daß also von einer Verbindung mit der Independence-Bai keine Rede sein kann. Ein großes eisfreies Landgebiet fand man am St. Georgs-Fjord, während das auf den bisherigen Karten als *Nares-Land* angegebene Land sich als Inlandeis erwies. Chip-Inlet, der parallel zum Nordenskiöld-Fjord in die Karten eingezeichnet war, existiert nicht. Dagegen entdeckte man nördlich des letzteren einen großen Fjord, der sich in östlicher Richtung etwa 50 km weit ins Peary-Land hinein erstreckt. Der Nordenskiöld-Fjord selbst ist nicht die Mündung des fälschlich angenommenen Peary-Kanals, der die Verbindung mit der Independence-Bai an der grönländischen Ostküste bilden sollte, sondern ein kleiner, nur 20 km langer Fjord, der an einem Gletscher endet.

Die Rückreise wurde zu Beginn der letzten Juniwoche angetreten. Ein erfahrener grönländischer Be-

¹⁾ Geografisk Tidsskrift, København, 1918, Bd. 24, S. 215—232.

gleiter kam im Juli auf der Jagd um, und der Proviantvorrat schrumpfte so stark zusammen, so daß die Lage der Expedition sehr bedenklich wurde. *Rasmussen* entschloß sich daher, den kürzesten Weg über das Inlandeis einzuschlagen, der in Luftlinie eine Länge von 435 km bis zu dem nächsten Land südlich des Humboldt-Gletschers hatte. Am 5. August begann der Marsch. Aber zahlreiche Terrainschwierigkeiten, weicher Schnee und schneefreie Stellen mußten erst passiert werden, bis man am 10. August gutes Eis traf, auf dem bis zum 21. durchschnittlich 35 km am Tage zurückgelegt werden konnten. An diesem Tage verspeiste man den letzten Proviant und war für die Zukunft nur auf die 5 Zuhunde angewiesen. Da trat plötzlich Tauwetter ein, wodurch sich auf dem Inlandeis zahlreiche, bis 60 m breite Flüsse entwickelten, die ungemein schwer zu passieren waren. Es dauerte daher vier Tage, ehe man die letzten 30 km bis zum Lande zurückgelegt hatte. Nun kam es vor allem darauf an, möglichst schnell in Verbindung mit Eskimos zu kommen, da mehrere Expeditionsmitglieder bereits so entkräftet waren, daß sie nicht weiter konnten. *Rasmussen* machte sich daher in Begleitung eines Eskimo auf, um aus dem 225 km entfernten Etah, der nördlichsten Eskimoansiedlung in Grönland, Hilfe herbeizuholen. Am 30. August abends erreichte er Etah und bereits am nächsten Morgen gingen 5 Hundeschlitten zur Rettung der anderen Expeditionsteilnehmer ab, die sie auch am 4. September erreichten. Leider war unterdessen einer derselben, der Botaniker *Dr. T. Wulff*, den Strapazen erlegen.

Die Ergebnisse der Expedition harren noch der ausführlichen Bearbeitung. Schon der vorläufige Bericht läßt jedoch erkennen, daß es sich um eine Reise von durchaus wissenschaftlichem Charakter handelt, die nicht etwa mit den Reisen des Amerikaners *Peary*, der früher viele Jahre lang in diesem Gebiet tätig war, auf eine Stufe gestellt werden darf. An der Nordküste wurde von etwa 40 Punkten die geographische Breite und Länge gemessen. 80 Azimutbestimmungen, 150 trigonometrische Höhenmessungen und 120 Skizzen und winkeltreue Zeichnungen der Küstenansicht vom Meere aus (Vertonungen) ergänzen das kartographische Material. Die eingehende geologische Untersuchung des durchreisten Gebietes ermöglichte die Ausarbeitung einer geologischen Karte von Nordwest-Grönland, deren Wert durch mehrere geologische Profile erhöht wird. Als besonders auffallendes Ergebnis der Expedition verdient hervorgehoben zu werden, daß gerade die nördlichsten Länder unserer Erde auf *Pearyland* praktisch als eisfrei betrachtet werden können. Nur Gletscher von lokaler Bedeutung kommen hier vor, und diese sind klein und vereinzelt. Die reichhaltigen zoologischen und botanischen Sammlungen sowie die Tagebücher des umgekommenen *Dr. Wulff* werden später ausführlich bearbeitet werden. Interessant war die Entdeckung eines großen eisfreien Hochlandes, das sich als so arm an Lebewesen erwies, wie kein anderes bekanntes Polarland der nördlichen Halbkugel. Nur im Südpolargebiet gibt es Seitenstücke hierzu. Nördlich vom Humboldt-Gletscher waren bisher nur 29 höhere Pflanzenarten bekannt, deren Anzahl nunmehr auf mindestens 66 zu erhöhen ist. Auf der Reise von der Disko-Insel bis Thule wurde Plankton gefischt und die dazu gehörigen hydrographischen Untersuchungen bis zu 400 m Tiefe ausgeführt.

Die Expedition von *Rasmussen* hat gewissermaßen den Schlußstein gelegt zu unserer Kenntnis aller Land-

gebiete der Erde mit Ausnahme des Südpolarkontinents. Wohl gibt es auch jetzt noch einige Küstenstriche in Grönland, insbesondere an der Ostküste von *Pearyland*, die nur unvollkommen erforscht sind, und zahlreiche Probleme aus den verschiedensten Zweigen der Naturwissenschaften, die uns dieses merkwürdige und interessante Land stellt, harren noch der Lösung. Aber im großen und ganzen kann die Entdeckungsgeschichte Grönlands, die sich über einen Zeitraum von fast einem Jahrtausend erstreckte, jetzt als abgeschlossen betrachtet werden. Das Hauptverdienst daran gebührt der dänischen Nation, die insbesondere seit der Begründung der Kommission für die Leitung der geographischen und geologischen Untersuchungen in Grönland sich in mustergültiger Weise die Erforschung dieses Polarlandes hat angelegen sein lassen, wovon die lange Reihe der „Meddelelser om Grönland“, die bis zum 53. Bande gediehen ist, das beste Zeugnis ablegt.

O. B.

Der Meteoritenfall von Treysa in Hessen. Über die große Meteorerscheinung, die sich am 3. April 1916 in der Gegend nordöstlich von Marburg abspielte, und die Berechnung der Bahn des Meteors durch Professor *Wegener* ist bereits an dieser Stelle berichtet worden. In einem Zusatz zu der ersten Veröffentlichung macht nunmehr Geheimrat *Richarz* in Marburg einige vorläufige Mitteilungen über die Auffindung und die physikalischen Eigenschaften des Meteoriten (Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, 14. Band, 2. Heft). Der Meteoritenfall von Treysa ist der erste überhaupt, bei dem die Auffindung des niedergefallenen Körpers auf Grund der Bahnberechnung erfolgen konnte. Die Fundstelle lag nur etwa 800 m südwestlich von dem Punkt der Erdoberfläche, der das Meteor beim Erlöschen im Zenith hatte. Die Höhe des Erlöschens betrug, wie seinerzeit mitgeteilt wurde, nach der Rechnung 16,4 km. Man hatte den Ort des Niederfalls noch etwas weiter im Süden erwartet in der Annahme, daß der Meteorit seine von Nordnordwest nach Südsüdost gerichtete Bewegung auch nach dem Erlöschen noch fortgesetzt habe. Wahrscheinlich ist das Erlöschen in Wirklichkeit schon früher erfolgt, als die Rechnung ergab. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die Beobachter die scheinbare Bahn eines Meteors sehr oft unwillkürlich über den Endpunkt hinaus verlängern, worauf auch die bei jedem großen Ereignisse dieser Art mit unterlaufenden irrtümlichen Meldungen des beobachteten Niederfalls zurückzuführen sind. Diese Täuschung dürfte auch hierbei eine Rolle gespielt haben. Andererseits ist aber die Bewegung des Meteoriten beim Ende der Lichterscheinung schon so stark gehemmt, daß er sich bei seinem weiteren Falle mehr und mehr der Senkrechten nähert. — Die Einschlagstelle, auf die man erst nach 9 Monaten aufmerksam wurde, lag im Walde und stellte sich als flache Mulde dar. Beim Nachgraben fand man den Meteoriten auf dem Grunde der 1,60 m tiefen Grube. Es ist ein Eisenmeteorit von 63 kg Gewicht und unregelmäßig polyedrischer Form mit Durchmessern von 24 und 36 cm. Die Oberfläche ist mit einer Oxydschicht (Magnetit, Fe_3O_4) bedeckt. Das spezifische Gewicht wurde zu 7,88 bestimmt, woraus auf einen Nickelgehalt von etwa 8 % geschlossen werden kann. Aus dem Umstand, daß der Meteorit während seiner Lagerung in der Erde ziemlich starke magnetische Eigenschaften angenommen hat, folgt, daß der Nickelgehalt jedenfalls 20 % nicht überschreitet, da andernfalls die Zusammensetzung unmagnetisch werden würde. Das Eisen enthält außerdem Kohlenstoff und ist dem

irdischen Stahl zu vergleichen. An einer Stelle findet sich ein geringer Einschluß von Schwefeleisen. Es ist geplant, den Meteoriten zwecks näherer Untersuchung zerschneiden zu lassen, doch fehlen zurzeit die nötigen Arbeitskräfte.

Es sei noch auf einen bemerkenswerten Umstand aufmerksam gemacht. Der Meteorit besteht aus einem einzigen Stück und zeigt nirgends Bruchflächen. Eine Zersprengung im Hemmungspunkt, wie man sie nicht selten beobachten kann, hat also sicher nicht stattgefunden. Trotzdem war die Feuerkugel von starkem Donner begleitet. Es ist damit der unmittelbare Beweis erbracht für die von Reg.⁵Rat v. Nißl in Wien und dem Unterzeichneten schon aus anderen Umständen gezogene Folgerung, daß der Donner nicht beim Zerplatzen im Endpunkt der leuchtenden Bahn, sondern schon während des Zuges durch die Atmosphäre entsteht. Er ist also dem brummenden oder heulenden Geräusch eines Artilleriegeschosses vergleichbar. C. H.

Über einen Ersatz der Platinschalen bei Elektroanalysen berichtet Prof. Dr. Gewecke in der Chemiker-Zeitung 1917, S. 297. Versuche im Chemischen Institut der Universität Bonn haben ergeben, daß man an Stelle der gewöhnlich als Kathoden benutzten Platinschalen mit Vorteil Glasschalen, die innen versilbert sind, anwenden kann. Um einen gut haftenden Silberüberzug auf den Glasschalen zu erhalten, muß

deren Innenseite vorher mit Hilfe eines Sandstrahlgebläses fein mattiert werden. Die Mattierung der Schalen mittels Flußsäuredämpfen empfiehlt sich weniger, da sie in der Regel nicht so gleichmäßig wie mit dem Sandstrahlgebläse ausfällt. Die Schalen müssen vor der ersten Versilberung gründlich gereinigt werden, zuerst mit Chromsäure, sodann mit Natronlauge und schließlich mit Salpetersäure. Zur Versilberung benutzt Verfasser eine ammoniakalische Lösung von Silbernitrat, die durch Zusatz von 2 ccm 40-prozentiger Formalinlösung reduziert wird. Bei einer Temperatur von höchstens 30° erhält man in 3 bis 4 Minuten einen Silberniederschlag von 0,03 bis 0,05 g, der gleichmäßig matt ist und in der Durchsicht tief dunkelblau aussieht. Die getrocknete Schale versieht man mit einem 2 mm breiten Streifen Platinblech, dessen eines Ende den Silberüberzug berühren muß, während das andere Ende über den Rand der Schale nach außen gebogen und mit einer Klemmschraube versehen wird. Versuche, auch die Platinanoden durch solche aus Kohle zu ersetzen, führten bisher zu keinem befriedigenden Ergebnis, sollen jedoch mit Acheson-Kohle fortgesetzt werden. Die vom Verfasser mitgeteilten Analysenergebnisse (Bestimmung von Kupfer, Kadmium, Zink, Nickel, Kobalt, Quecksilber) zeigen, daß die versilberten Glasschalen sehr wohl als Ersatz der teuren Platinschalen Verwendung finden können. S.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft;

Band 36, Heft 3, 1918.

(Ausgegeben am 27. Juni 1918.)

Über eine eigentümliche mit absoluter Koppelung zusammenhängende Dominanzstörung; von Erwin Baur.

Energiekurven des vom Farbstoff grüner Blätter absorbierten Lichtes; von A. Ursprung. (Mit 4 Abbildungen im Text.) Die reproduzierten Kurven geben die vom grünen Farbstoff des lebenden Blattes bei verschiedener Beleuchtung absorbierte Energie. In der Sonne zeigt das absorbierte Licht 2 Hauptmaxima, das eine bei BC, das andere bei F. Bei Zenithstand ist $\text{Max. F} > \text{Max. BC}$, bei 60° Zenithdistanz ist annähernd $\text{Max. F} = \text{Max. BC}$, bei 80° Zenithdistanz ist $\text{Max. F} < \text{Max. BC}$. Je weniger Blau das auffallende Licht enthält, umso undeutlicher wird das F Max., bis es zuletzt verschwindet (Auerbrenner). Auch die Deutlichkeit der Nebenmax. nimmt mit sinkender Sonne ab. Im diffusen blauen Himmelslicht ist die absorbierte Energie gering im langwelligen Teil und steigt mit abnehmender Wellenlänge immer weiter an; BC sinkt zu einem kaum sichtbaren Nebenmaximum herab. Die Kurven für weiße Wolken und trüben Himmel nehmen Mittelstellungen ein. 1 m unter reinem Wasser zeigt die absorbierte Energie, wenn direktes Sonnenlicht (60° Zenithdistanz) auffällt, ein schwächeres Maximum bei BC noch deutlich, 10 m unter Wasser aber nicht mehr, dafür tritt hier das Hauptmaximum bei F stark hervor. Fällt blaues Himmelslicht auf, so steigt die absolute Energie vom Minimum im Rot erst ganz langsam, dann steil an. Für Pflanzen, deren Assimilationskurve mit der Absorptionskurve sich deckt, läßt sich der Einfluß der Beleuchtung auf die Assimilation direkt aus obigen Kurven ablesen. Die Sichtbarkeit des viel umstrittenen F-Maximums würde hiernach ganz von der Beschaffenheit der Lichtquelle abhängen, mit der Armut des auffallenden Lichtes an Blauviolett sinken und schon im Auerbrenner fehlen. Aus diesem Grunde müßte auch bei derselben Lichtquelle das F-Maximum im Prismenspektrum schwächer sein als im Normalspektrum. Dis-

kutiert wird ferner die Bedeutung der Weite des Kollimatorspaltes, sowie die Differenz zwischen der primären und sekundären Assimilationskurve. Den Schluß bilden ergänzende Bemerkungen zu Stahl's Auffassung über die Beziehungen zwischen Blattfarbe und Himmelslicht.

Über das Vorhandensein einer photochemischen Extinktion beim Assimilationsprozeß; von A. Ursprung. (Mit 2 Abbildungen im Text.) Eine kritische Besprechung der Experimente Detlefsens zeigte, daß seine Zahlenangaben unbrauchbar sind, indem die Versuchsfehler den zu messenden Betrag übertreffen. Eine Wiederholung der Versuche mit besseren Hilfsmitteln, vor allem mit völlig konstanter Lichtquelle führte zum Resultat, daß eine photochemische Extinktion in der von Detlefsen angegebenen Größenordnung nicht nachweisbar ist. Die Versuchsanordnung war so, daß eine Extinktion von 1/10 % des auffallenden Lichtes leicht hätte erkannt werden können. Es hätte daher nicht entgehen können, wenn der zur Assimilationsarbeit verwendete Betrag vom nicht assimilierenden Blatt durchgelassen worden wäre.

Über die Gattung Leptosphaeria C. et de Not.; von Franz v. Höhnelt. Die Gattung Leptosphaeria zerfällt in die Sphaeriaceen-Gattung Nodulosphaeria Rabb. 1858 und die dothiale Gattung Leptosphaeria C. et de Not. (s. str.), die in Syncarpella Th. et S. und Rosenscheldia Speg. übergeht. Zur dothidealen Gattung Leptosphaeria gehört Plinodomus Preuß 1849 = Leptophoma v. H. 1915 als Nebenfruchtformgattung.

Leuchtgaswirkung auf Pflanzen, 4. Wirkung des Gases auf das Wurzelsystem von Holzpflanzen, Ursache der Gaswirkung; von C. Wehmer. (Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text.) Bei Holzpflanzen ist die Gaswirkung nach der Jahreszeit verschieden, nur im Frühjahr fand meist schnelles Absterben statt, im Spätsommer verdorrte nur das Laub, im Winter zeigte sich weder auf Laub- noch auf Nadelbäume eine Wirkung. Wasserkultur-Bäumchen verhielten sich ebenso, die schädliche Wirkung des Gases geht rasch auf das Wasser über, verliert sich aber ebenso schnell wieder, dies gilt auch

für Gaserde. Allem Anschein nach sind die spezifischen Geruchsstoffe des Gases das Schädliche, über ihre Natur ist noch wenig Sicheres bekannt. Am empfindlichsten sind junge Wurzeln, ihr Wachstum hört auf, dann sterben sie ab und der Baum verdorrt. Auch auf unbewurzelte Zweige wirkt gashaltiges Wasser zumal im Frühjahr schädlich, minder im Herbst. Ein Schaden kommt stets zuerst auf lebhaft tätige Organe heraus.

Neue Flechtengebilde; von E. Bachmann. (Mit 1 Tafel.)

1. *Sphäroidzellnester* sind rundliche, selten unregelmäßig gestaltete, paraplektenchymatische Vereinigungen von 200 bis 400 und mehr fettstrotzenden Sphäroidzellen. Sie finden sich bei *Opegrapha saxatilis* DC., *O. saxicola* Mass. und *Gyalecta cupularis* Schaer. — 2. *Hyphenknollen* sind kartoffel- oder dahliaknollenähnliche, lückenlose Vereinigungen von sehr dickwandigen Zellen, deren enges Lumen mit Protoplasma erfüllt ist. Als Zellstoffspeicher dienen sie wahrscheinlich bei der Wasserregulierung und finden sich bei *Opegrapha saxatilis* DC. und *Petractis clausa* Arn. — 3. *Vagierende Gonidien* sind Chroolepuspflänzchen oder Scytonemafäden, die, von der Innenseite der Gonidienzone einiger Kalkflechten entspringend, bis 3 und selbst 4 mm Tiefe in den Kalk eindringen, nirgends mit Flechtenhyphen in Verbindung stehen, ein ganz selbständiges Leben führen, deshalb für den Haushalt der Flechte, in deren Thallus sie sich finden, ohne jede Bedeutung sind. Gefunden werden sie bei *Arthopyramia saxicola*, *Sagedia byssophila*, *Gyalecta cupularis* und *Petractis clausa*, zuweilen auch bei *Acrocordia conoidea* und *Opegrapha saxicola*.

Über die minimale Belichtungszeit, welche die Keimung der Samen von *Lythrum Salicaria* auslöst; von Ernst Lehmann. Die Samen von *Lythrum Salicaria* zeigen hohe Lichtempfindlichkeit bei der Keimung. Während sie im Dunkeln bei 30° wochenlang ungekeimt verharren oder nur zu sehr geringen Prozentsätzen auskeimen, genügt eine $\frac{1}{10}$ Sekunde lange Belichtung mit 730 Kerzen einer Osramergolampe, um innerhalb 24 Stunden 50 % der Samen zur Keimung zu bringen. Der Beginn der Lichtwirkung äußert sich schon 8 Stunden nach der Belichtung durch das Einsetzen der Keimung.

Über die Beziehung der Reduktionsteilung zur Mendelschen Spaltung; von A. Pascher.

Oedogonium, ein geeignetes Objekt für Kreuzungsversuche an einkernigen, haploiden Organismen; von A. Pascher.

Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung; von O. Renner.

Band 36, Heft 4, 1918.

(Ausgegeben am 29. Juli 1918.)

Über Ionisierung der Luft durch Pflanzen; von A. Ursprung und A. Gockel. Verschiedene Pflanzen (gärende Hefe, Pilze, Algen, Flechten, Moose, Koniferen, Angiospermen, Land- und Wasserpflanzen) wurden auf die Fähigkeit, die Luft zu ionisieren, geprüft. Es kamen zwei Methoden zur Anwendung: 1. Beobachtung des Spannungsabfalles unter Benutzung eines Wulfschen Elektrometers. 2. Beobachtung der Aufladung unter Benutzung eines Lutzschen Elektrometers. Die beobachtete Ionisierung (bei gärender Hefe) ist rein physikalisch erklärbar (Zerspritzeffekt). Eine Ionisierung durch physiologische Prozesse ließ sich in keinem Falle nachweisen.

Halbmutanten und Massenmutationen; von Hugo de Vries. Halbmutanten entstehen aus der Verbindung einer mutierten und einer normalen Sexualzelle. Spalten sie sich in der Weise der Mendelschen Monohybriden, so können sie die volle Mutation in einem Viertel ihrer Nachkommen hervorbringen und so die Erscheinung der Massenmutation hervorbringen. So

entstand z. B. der sterile Mais plötzlich in 12 % der Individuen. Ebenso entstehen Keimlinge mit gelben Kotylen häufig in 15–30 % der Aussaaten. So z. B. bei *Linaria vulgaris*, *Papaver Rhoeas* usw. Im Freien geht das unsichtbare Auftreten von solchen Halbmutanten wahrscheinlich ganz regelmäßig dem sichtbaren Entstehen von Mutationen voraus.

Der Vegetationsversuch; von H. Rodewald. Die Arbeit beginnt mit einer Ankündigung des gleich betitelten Buches von Theodor Pfeiffer (Breslau) und bringt nebenbei die Ansicht des Verfassers über die Mitscherlichsche Fassung des Liebigschen Gesetzes vom Minimum zum Ausdruck.

Semipermeable Zellmembranen bei Pflanzen; von August Rippel. Schon seit einiger Zeit kennt man die Eigenschaft von Samenschalen, gewissen Stoffen den Durchtritt zu verwehren, für Wasser aber leicht durchlässig zu sein. Wenn bestimmte Samen, wie Leguminosen, diese Erscheinung nur sehr undeutlich zeigen, so beruht das nicht auf einer prinzipiellen Verschiedenheit der fraglichen Schichten, sondern darauf, daß diese beim eintretenden Quellungsprozeß gesprengt werden. Die Semipermeabilität ist Zellulose- bzw. zelluloseähnlichen Membranen zuzuschreiben. In Konsequenz dieser Anschauung ergibt sich die Ausdehnung dieser Eigenschaft auf alle derartigen Zellmembranen der Pflanzen, was bisher vorherrschend nicht angenommen wurde, sofern diese ringsum einheitlich und geschlossen ausgebildet, d. h. nicht durch Plasmaverbindungen durchbrochen sind (Samen, Wurzeln, wenigzellige Pflanzen). Der Diffusionsvorgang kann hierdurch weitgehend beeinflusst werden.

Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern; von R. Kolkwitz. Der Solgraben von Artern besitzt einen Salzgehalt von etwa 4,3 % und enthält dementsprechend eine marine Flora, als deren Vertreter *Ruppia maritima*, *Melosira nummularides*, *Pleurosigma angulatum* und *Surirella gemma* genannt sein mögen. Verfasser entdeckte in dem Graben auch eine typische Schwefelbakterien-Flora mit der großen Beggiatoa mirabilis, die in Deutschland bisher nur aus der Kieler Bucht bekannt war, ferner mit *Thiophysa volutans*, *Monas fallax* u. a. m. Der für ihr Leben nötige H_2S wird, wie sich experimentell zeigen ließ, hauptsächlich durch Reduktion von Sulfaten gebildet.

Über die Bildung der Fruchtkörper des *Penicillium* gl. in konzentrierten Zuckerlösungen; von N. Bezssonof. Es konnte festgestellt werden, daß das Mycelium des *Penicillium* gl. in bis 80 % starken Zuckerlösungen sich entwickeln kann. Im allgemeinen sieht das Mycelium normal aus, nur selten waren eigentümliche, mit einem lycopinartigen Pigment rotblau gefärbte Auswüchse (Anschwellungen) vorhanden. In 60 bis 70 % Zuckerlösungen geht der Pilz zur Bildung der Fruchtkörper über, und einige Tage später sind Conidienträger auch zu beobachten. Die Form der Zellen der jungen Peritheciananlagen bietet eine gewisse Ähnlichkeit mit derjenigen der polyascineen Arten der Erysibaceen; in dieser Hinsicht unterscheidet sich das *Penicillium* gl. merklich vom *Aspergillus*.

Abstammung und Heimat des Rispenhafers und des Fahnenhafers (*Avena diffusa* Neilr. und *A. orientalis* Schreb.); von A. Schulz. Im Gegensatz zu A. Zade hebt Verfasser hervor, daß es durchaus nicht sicher sei, daß die bronzzeitlichen Avenafrüchte, die für Früchte von *A. diffusa* gehalten werden, wirklich solche sind; es könnten auch Früchte von *A. fatua* L. sein. Diese Art wuchs bereits zur Hallstattzeit in Deutschland, was A. Zade trotz mehrerer Veröffentlichungen des Verfassers hüber unbekannt geblieben ist. Es ist nicht ausgeschlossen, daß *A. diffusa* aus *A. fatua* — auch — in Deutschland entstanden ist. *A. fatua* hat sich wahrscheinlich nicht seit der Hallstattzeit ununterbrochen in Deutschland erhalten.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 47.

22. November 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Georg Klebs (1857—1918). Von *Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn*. S. 681.

Die Beherrschung der pflanzlichen Form. Eine Einführung in die Forschungen von Georg Klebs. Von *Dr. Emil Ungerer, Karlsruhe*. S. 683.

Besprechungen:

Volhard, F., Die doppelseitigen hämatogenen Nierenerkrankungen. Von *F. Hirschfeld, Berlin*. S. 691.

Zacher, Friedrich, Die Geradflügler Deutschlands

und ihre Verbreitung. Von *Thilo Krumbach, Rovigno*. S. 692.

Bühler, Karl, Die geistige Entwicklung des Kindes. Von *Otto Lipmann, Klein-Glienicke*. S. 693.

Astronomische Mitteilungen:

Ueber die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem. Ueber die Trift der Nebelflecke. S. 694—695.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 695.

Elektrische Heizkissen

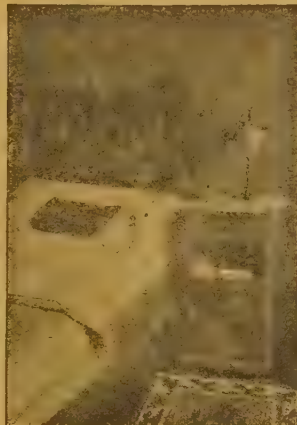
Type H

heilen durch dauernde Wärme

Drei Wärmegrade

Kein Zuheisswerden

Winziger Stromverbrauch



Sorgsame Herstellung

der

Fabrik Dr. Heilbrun

Berlin-Nowawes

Zu kaufen in jedem guten elektrischen und ärztlichen Geschäft

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Festschrift angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die doppelseitigen hämatogenen Nierenerkrankungen (Brightsche Krankheit)

Von

Dr. F. Volhard

Direktor der Städtischen Krankenanstalten in Mannheim

Mit 24 zum größeren Teil farbigen Textabbildungen und 8 lithographischen Tafeln

Preis M. 36.—

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

22. November 1918.

Heft 47.

Georg Klebs (1857—1918).

Von Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn.

Am 15. Oktober 1918 ist in Heidelberg *Georg Klebs* nach kurzem Leiden im Alter von 61 Jahren gestorben. Die botanische Wissenschaft hat mit ihm einen ihrer eifrigsten und erfolgreichsten Vertreter verloren.

Vier Jahrzehnte in den Dienst der Forschung zu stellen, war ihm vergönnt; ein reiches Lebenswerk hat er als Erbe hinterlassen.

Die ersten Schritte auf den Pfaden der Wissenschaft tat *Klebs* in seiner ostpreußischen Heimat: Als junger Studiosus kam er nach Königsberg zu Professor *Caspary*. Nicht wenig hatte er seinem ersten Lehrer zu verdanken; aber das Beste von dem, auf das Begabung und Temperament ihm Anrecht gaben, blieb ihm in Königsberg vorenthalten.

Unerwartete Wendung und Erfüllung still gehogter Wünsche brachte ein Brief *de Barys*. Der Straßburger Botaniker fragte bei dem jungen Anfänger an, ob er im Winter 1878 eine Assistentenstelle bei ihm annehmen wolle. Eine Arbeit über Desmidiaceen, die *Klebs* ganz selbständig in Königsberg verfaßt hatte, war *de Bary* bekannt geworden und hatte seine Aufmerksamkeit auf den jungen Autor gelenkt. *Klebs* nahm das Anerbieten an, ging nach Straßburg und kam hier zum ersten Mal in einen seiner Begabung angemessenen Kreis. Hier fand er vor allem Anschluß an *A. F. W. Schimper*, der sich des jungen Ostpreußen freundschaftlich annahm und den neuen Assistenten in seine Obliegenheiten einführte. Noch ehe *Klebs* sich über seine Zukunft schlüssig gemacht hatte, war er so durch *de Barys* Eingreifen endgültig für die Botanik gewonnen worden.

In Straßburg war *Klebs* ein Jahr Soldat. Dann ging er 1881 nach Würzburg. Eine Assistentenstelle bot sich ihm dort nicht. Es waren keine geringen Entbehrungen, mit welchen *Klebs* die Anregungen, die ihm von *Julius Sachs* zuflossen, erkaufen mußte.

Der dritte seiner großen Lehrer war *Wilhelm Pfeffer*, der damals in Tübingen wirkte. *Klebs* kam 1882 zu ihm und habilitierte sich 1883 an der Tübinger Universität. *Pfeffers* Institut füllte damals eine stattliche Schar junger Forscher — in ihrem Kreis beschloß *Klebs* seine Lehr- und Wanderjahre und legte er seine erste große Schaffensperiode zurück. Sie galt im wesentlichen dem Studium der Pflanzenzelle. In diese Jahre fallen vor allem seine „Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle“ und seine Flagellatenstudien.

Als *Pfeffer* nach Leipzig und *Vöchting* als *Pfeffers* Nachfolger von Basel nach Tübingen ging, wurde 1887 *Klebs* nach Basel berufen. An der St. Jakobstraße stand damals das Haus, in dem einige Räumlichkeiten *Klebs* als botanisches Institut zur Verfügung standen. In ihnen fand *Klebs* die Wege zu den Problemen, die ihn von jetzt ab sein ganzes Leben erfüllen sollten, zu der entwicklungsmechanischen Erforschung der Organismen, insbesondere der experimentellen Fortpflanzungsphysiologie der Thallophyten. Elf Jahre wirkte *Klebs* in Basel. Was die Forschungen betrifft, so waren sie während dieser zweiten Schaffensperiode fast ausschließlich den Bemühungen gewidmet, die Ansprüche der Algen und Pilze an die Außenwelt und die Abhängigkeit ihrer verschiedenen Entwicklungsprozesse, insbesondere ihrer geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung von den Außenweltbedingungen so vollständig wie möglich zu erkennen und eine möglichst große Anzahl von Organismen in dem Sinne „beherrschen“ zu lernen, daß der Experimentator diese nach seinem Belieben zu bestimmten Wachstums- und Gestaltungsleistungen veranlassen kann. *Klebs* Baseler Arbeiten haben der Kryptogamenforschung in mehr als einer Beziehung neue Wege erschlossen; ihre Ergebnisse gehören längst zum allgemein anerkannten Bestand unseres entwicklungsmechanischen Wissens.

Kaum hatte *Klebs* ein neues botanisches Institut in Basel einrichten und eröffnen können, da führte ihn 1898 ein Ruf von Basel nach Halle, wo er als Nachfolger des vor wenigen Jahren in Würzburg verstorbenen *G. Kraus* die Leitung des botanischen Instituts und Gartens übernahm. Die ersten Hallenser Semester galten vorzugsweise der Einrichtung des Unterrichts und dem Institutsneubau. Hatte *Klebs* in Basel den Beweis dafür erbracht, daß auch in engsten Verhältnissen eine Fülle bedeutender Forscherarbeit geleistet werden kann, so fühlte er sich andererseits in Halle durch die Forschungsmittel des neuen Instituts zu einer prinzipiellen Erweiterung seines Interessenkreises und Forschungsgebietes angeregt. Seine Hallenser Arbeitsperiode gilt vornehmlich der entwicklungsmechanischen Beschäftigung mit den Phanerogamen. An diesen versucht sich *Klebs* nunmehr mit denselben Fragen, deren Beantwortung ihm den Kryptogamen gegenüber so glänzend gelungen war. In Halle verfaßte *Klebs* sein Werk über „Willkürliche Entwicklungsänderungen an Pflanzen“ und zahlreiche andere entwicklungsmechanische Arbeiten, die über die Bedingungen

des Blühens und des vegetativen Wachstums Aufschluß bringen. Seine Kryptogamenstudien setzte *Klebs* hauptsächlich an Myxomyceten und Phycomyceten fort. Neben den eigenen Studien stellten zahlreiche dem gleichen Gebiet entnommene Schülerarbeiten an seine Zeit und Arbeitskraft steigende Ansprüche. Gleichzeitig mit vielen deutschen fanden sich Studenten und junge Gelehrte aus Amerika und England, Rußland und Japan, Rumänien, Serbien und Griechenland im Hallenser Laboratorium ein, um sich *Klebs'* Methoden anzueignen und sich in den Gedankengang, der seinen analytischen Arbeiten zu Grunde lag, einführen zu lassen.

1907, nach dem Tode *Pfizers*, folgte *Klebs* einem Rufe nach Heidelberg. Die vierte, letzte Schaffensperiode bricht an. Auch sie gilt den Phanerogamen; aber zum gewohnten Laboratoriums- und Gartenversuch kommt das Bedürfnis, durch eigene Anschauung dessen, was die *Vegetation in verschiedenen Klimaten* leistet, neues Material zur Beurteilung der Abhängigkeit aller Entwicklungsprozesse von den Außenweltsbedingungen zu gewinnen. 1910 und 1911 reist *Klebs* nach Sibirien, Japan, Java und Vorderindien, 1912 nach Armenien, dem Kaukasus und Südrußland, 1913 nach Ägypten. Zu den Fragen nach den Ursachen des Blühens kommt vor allem die andere nach den der *Periodizität des Wachstums*, den Ursachen des Treibens und des Ruhens der Gewächse.

Neben zahlreichen Abhandlungen, die sich mit den Lebenserscheinungen einheimischer und tropischer Holzgewächse beschäftigten, brachten die letzten Jahre mehrere eingehende kausalanalytische Studien über die Entwicklung der Farnprothallien. Wir bewundern die eindringende Fragestellung, die aus diesen letzten Abhandlungen spricht, ebenso sehr wie die Unermüdlichkeit, mit der *Klebs* an schwierigen Objekten, wie der Buche, mit immer neuen Experimenten sich bemühte, um schließlich auch die Widerspenstigen zu „beherrschen“.

Von dem Reichtum des Lebenswerkes, das *Klebs* hinterlassen hat, soll das nachfolgende Referat eine Vorstellung geben. Wenn angesichts der Fülle des von *Klebs* Geleisteten eine Klage zulässig ist, so muß es die um das vorzeitige jähe Ende dieses mit Arbeitsenergie erfüllten Lebens sein. *Klebs* war nichts weniger als am Ende seiner Arbeitskraft; seine Schaffenslust hatte nicht einmal der Krieg und all das Leid, das er ihm gebracht hatte, zu mindern vermocht; dauernd stärkte ihn während der letzten Jahre der Gedanke, daß sich ihm nunmehr Vieles klarer offenbare als früher, und manche hartumfochtene Frage jetzt ihrer Vollendung entgegenreife. In einem der letzten Schreiben, das ich von seiner Hand erhielt, sprach er voll schöner Zuversicht von dem Fortschritt seiner Arbeit und von künftigen Erfolgen. Da kam der Tod.

* * *

Georg Klebs gehörte, wie man zu sagen pflegt, ganz seiner Wissenschaft. Ihre Probleme folgten ihm auf allen seinen Spaziergängen, und das Mikroskop begleitete ihn selbst auf den Fahrten, die seiner Erholung gewidmet waren. Gleichwohl füllte ihn die Wissenschaft keineswegs in dem Sinne, daß nichts anderes außer ihr Zugang bei ihm gefunden hätte. Im Gegenteil! Seine Mußstunden galten der Beschäftigung mit Dichtung und Kunst, mit Bühne und Musik, mit Philosophie und Geschichte. Vor allem der Kunst, der großen Gnadenbringerin, stand sein Sinn offen. Hörte man *Klebs* über die Werke der bildenden Kunst sprechen — er tat es nicht mit professoraler Lehrhaftigkeit, sondern mit der Begeisterung dessen, der sich an ihren Strahlen wärmen will und sich durch sie innerlich zu bereichern trachtet —, so erriet man leichtlich, was sie ihm in den Feiertagspausen eines der exakten Forschung gewidmeten Lebens und als Nahrung für das der Phantasie dienende Organ bedeutete. Es war eine Freude, in der Unterhaltung mit *Klebs* es zu erleben, wie die Kunst, so wie *Beethoven* es forderte, Feuer aus seiner Seele schlug.

In den Tübinger Jahren seiner Jugend gelang es ihm zum ersten Mal, die Mittel für eine Reise nach Italien zu erübrigen. Seit dieser Zeit gehörten alljährliche Fahrten nach dem klassischen Süden, nach Florenz und Rom und Sizilien, nach Südfrankreich oder Griechenland, nach Algier, Tunis und Kreta oder nach der Schweiz oder in die deutschen Alpen zu seinen geistigen Bedürfnissen. Dieselbe jugendliche Unermüdlichkeit, mit welcher er seine wissenschaftlichen Arbeiten förderte, zeichnete ihn bei jedem Schauen und Lernen, bei der Betrachtung der Kunstwerke oder beim Anblick einer Gebirgsfernsicht aus. Ganz wollte er sich das erobern, was jene ihm geben konnten; er ließ nicht locker, bis er ihnen das abgezwungen hatte, was für ihn geistige Kost bedeutete.

Diese Gründlichkeit im Genießen stützte sich stark auf seine Fähigkeit, allem, was ihm in Nürnberg oder Paris, in Luksor oder in Indien an Kunstwerken erreichbar war, auch historisch gerecht zu werden. Der *Kunstgeschichte* stand *Klebs* mit seinen Interessen außerordentlich nahe. Überall suchte er diese durch freundschaftlichen Anschluß an Historiker zu vertiefen. Basel hat ihm hierin vielleicht das Beste gegeben — durch den Verkehr mit *Jakob Burckhardt* und die Freundschaft mit *Wölfflin*. In Halle stand ihm von Historikern *Adolf Goldschmidt*, in Heidelberg *Oncken* besonders nahe.

Vielleicht hat es *Klebs* der glücklichen Mischung seiner Interessen zu danken, daß er bis an sein Lebensende jung bleiben durfte. Die jugendliche Frische, die den Sechziger auszeichnete, war keine Maske, sondern das untrügliche Zeichen unverminderter Vitalität, die ihn allen Anregungen zugänglich bleiben und dankbar folgen ließ, und die ihn zum Führer der Jugend mit jedem Le-

bensjahrzehnt immer besser geeignet machte. Die akademische Jugend unseres kommenden Deutschlands verliert in ihm nicht weniger als die botanische Wissenschaft.

Die Beherrschung der pflanzlichen Form.

Eine Einführung in die Forschungen
von Georg Klebs.

Von Dr. Emil Ungerer, Karlsruhe¹⁾.

■ Mit immer erneutem Zauber wirkt das Blühen und Grünen, der Früchtesegen des Herbstes und die winterliche Ruhe auf das empfängliche Gemüt des Menschen, dem der Pflanzenwelt gegenüber und der Gesetzmäßigkeit im Wechsel ihrer unendlichen Formenfülle am stärksten das Gefühl der Naturnähe erwächst. Gerade diese *Aufeinanderfolge* bestimmter Formen in der Entwicklung eines pflanzlichen Lebewesens wie das geordnete Verknüpftsein der *gleichzeitig* erscheinenden bildete von jeher ein wichtiges Problem auch der wissenschaftlichen Botanik. Der „klassischen Morphologie“ im 18. und der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war hier alles feste, unverbrüchliche Beziehung. In der Natur eines Organismus sollte es gegeben sein, daß er eine gesetzmäßige „Korrelation“ seiner Teile als ideelle Verbindung aufweist, und daß in seiner „Evolution“ ein entsprechender Zusammenhang in der *Aufeinanderfolge* seiner Bildungen zutage tritt; in der Natur jeder „Spezies“, jeder Naturart, sollte es liegen, daß ihre Korrelation und Evolution gerade diese bestimmte, von allen anderen unterschiedene ist. Auf die Frage nach den Ursachen dieses Verhaltens konnte nur mit den Geheimnissen eines Formtriebes und der Lehre von besonderen „Tendenzen“ der Natur geantwortet werden.

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts brachte einen starken Umschwung der Denkweise und damit eine neue Methode der Erforschung der pflanzlichen Gestaltungsvorgänge, die, viel früher schon von T.A. Knight (1759—1838) geschaffen, nun durch Hofmeister, Sachs und Pfeffer lebhafte Anregung und Förderung erhielt, sich aber vor allem durch die experimentellen Arbeiten dreier Botaniker siegreich Bahn brach. Etwa gleichzeitig beginnen der vor kurzem verstorbene Hermann Vöchting — mit seiner grundlegenden Arbeit „Über Organbildung im Pflanzenreich (Physiologische Untersuchungen über Wachstumsursachen und Lebens-einheiten.“ I. H. 1878, II. H. 1884) — und Karl Goebel — mit seinen „Beiträgen zur Morphologie und Physiologie des Blattes“ (Bot. Ztg. 1880) — die Reihe ihrer fruchtbaren Untersuchungen, die eine *kausale* Erforschung der pflanzlichen Formbildung, eine Feststellung ihrer Ursachen, zum

Ziel hat. *Die Abhängigkeit der Entstehung der Pflanzenformen von „äußeren“ Bedingungen*, von Änderungen der Umgebung, ist beiden eine notwendige Voraussetzung ihrer Forschung, die sich häufig auch des Mittels eines operativen Eingriffs bedient, um dadurch die gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen formbildenden Vorgänge innerhalb des Organismus und ihre Wirkung für das Ganze, wie sie etwa in der „Polarität“ zutage tritt, aufzudecken. Während aber dabei Vöchting den anatomischen Änderungen, den Gestaltungen und Umgestaltungen der Zellen- und Gewebestrukturen besondere Beachtung schenkt, liegt für Goebel der Nachdruck auf der Feststellung der Umbildung (Metamorphose) weniger Grundformen der Pflanzenteile wie Sproß, Wurzel, Blatt durch besondere Bedingungen zu der ganzen Mannigfaltigkeit der naturgegebenen Pflanzenorgane. Diesen verdienstvollen Bestrebungen gegenüber besteht die geschichtliche Bedeutung der Forschungen von Georg Klebs in der Erkenntnis der Notwendigkeit, die Abhängigkeit jedes einzelnen Formbildungsvorgangs nicht nur von der *Qualität*, sondern vor allem von der *Quantität* der beteiligten *äußeren und inneren Bedingungen* zu bestimmen und in dem Erfolg, den die Durchführung dieses Gedankens auf Grund klarer begrifflicher Voraussetzungen in zahlreichen Experimenten mit Vertretern der verschiedensten Pflanzengruppen erzielte. Da die durch ihn herbeigeführte Wendung in der Erforschung der pflanzlichen Formbildung eine Fülle von Problemen aufgeworfen und ihre Lösung angebahnt und so der Botanik von heute und morgen neue Ziele und Wege gezeigt hat, so soll hier der Versuch gemacht werden, das Lebenswerk des Heidelberger Botanikers in seinen Grundzügen darzustellen, eine Aufgabe, deren beabsichtigte Durchführung zum 60. Geburtstag des Forschers am 23. Oktober 1917 durch die vom Krieg beeinflussten Verhältnisse leider nicht möglich war.

I. Die Bedingungen der Formbildung bei Algen und Pilzen.

Abgesehen von den Arbeiten der Frühzeit, die teils zellphysiologischen Problemen nachgingen, teils systematischen Studien an Flagellaten und Algen galten, und gelegentlichen späteren Nachklängen steht die ganze Lebensarbeit von Georg Klebs im Dienste der einen Aufgabe, *die Formbildungsvorgänge der Pflanzen vermittelt der Ergründung ihrer Lebensbedingungen zu erforschen*. Zunächst wandte er sich dem Problem der Entstehungsbedingungen der Fortpflanzungsorgane der Gewächse zu, für dessen Bewältigung die niederen Organismen, *Algen und Pilze*, am ehesten Aussicht auf Erfolg boten.

Schon in der ersten *Untersuchung über die Grünalge Hydrodictyon utriculatum* (1889, 1890, 1891, vgl. auch 1896), das zierliche „Wassernetz“, sind die Grundzüge der neuen Methode, die wichtigsten analytischen Begriffe und das End-

¹⁾ Die Arbeit ist den „Naturwissenschaften“ wenige Wochen vor Klebs' Tode, zugegangen.
Die Schriftleitung.

ziel der Forschung deutlich zu erkennen. Eine genaue Untersuchung des Baues und der in der Natur durch Beobachtung feststellbaren Lebensbedingungen der Alge bildet die Voraussetzung für den Versuch, sie zu züchten, d. h. monatelang in gutem vegetativen Wachstum (d. h. Wachstum ohne Fortpflanzung) zu erhalten. In zahlreichen, mit verschiedenem Ausgangsmaterial wiederholten Versuchen wird die Abhängigkeit der beiden Fortpflanzungsformen (die ungeschlechtliche durch Zoosporen und die geschlechtliche durch Gameten) von den beteiligten Faktoren (Licht, Wärme, Feuchtigkeit, Konzentration anorganischer und organischer Nährlösungen usw.) aufgewiesen. Die Nachwirkung vorangegangener Lebensumstände wird nach Möglichkeit in Rechnung gezogen. Dabei zeigt es sich, daß jede Zelle des ausgebildeten Wassernetzes je nach der Wahl der Lebensbedingungen entweder ungeschlechtliche Schwärmer (Zoosporen) oder verschmelzungsbereite Gameten hervorbringen kann. Deshalb vergleicht Klebs die Hydrodictyonzelle mit jenen „enantiotropen“ Substanzen wie Schwefel, Salpeter usw., die in mehreren Formen vorkommen, deren Eintreten durch besondere äußere Bedingungen bestimmt wird, während das, was erscheint, auf der „spezifischen unerklärlichen Natur“ der betreffenden Substanz beruht. Damit ist die begriffliche Sonderung angebahnt, die der Analyse aller späteren Klebschen Untersuchungen zugrunde liegt: Die Gesamtheit der Formbildungsmöglichkeiten eines Organismus ist in seiner „spezifischen Struktur“ beschlossen, die nur mittelbar erforscht werden kann. Was von diesen Möglichkeiten im Einzelfall verwirklicht wird, das bestimmen die „inneren Bedingungen“ des Organismus, wie Qualität und Quantität der vorhandenen Stoffe, Konzentrationsverhältnisse, Reaktion des Zellsafts, Zustand bestimmter Fermente, Beschaffenheit von Plasmahaut, Zellwand usw. Diese aber hängen in weitgehendem Maße von „äußeren Bedingungen“ ab. Weil die Änderung dieser äußeren Bedingungen nun dem Experimentator zugänglich ist, so entsteht das Problem, durch allmähliche Erforschung der Einwirkung der äußeren Bedingungen die Fortpflanzungsformen und schließlich alle Gestaltungsvorgänge mit derselben Sicherheit hervorzurufen, wie sie bei stoffwechselphysiologischen oder bei chemischen und physikalischen Versuchen der anorganischen Natur erreichbar ist; es entsteht das Problem der willkürlichen Beherrschung der pflanzlichen Form.

Zu diesen grundlegenden Unterscheidungen, die in der ganzen Folgezeit festgehalten werden, tritt in den nächsten Arbeiten die Sonderung der äußeren Bedingungen eines Formbildungsvorgangs in „allgemeine“, die bei jedem Lebensprozeß mitwirken und in weiten Grenzen schwanken können, in „spezielle“, die bei dem fraglichen Vorgang im Unterschied zu anderen beteiligt sind, ohne ihn aber für sich allein veranlassen zu

können und in den eigentlichen, das Geschehen auslösenden „morphogenen Reiz“. Diese letztere Einteilung ist aus der Zergliederung der Ergebnisse von Algenversuchen (1890, 1891, 1892 und vor allem 1896) — nicht ohne Beziehungen zu gleichzeitigen Veröffentlichungen von Herbst und Pfeffer — gewonnen und wird bis 1903 angewandt.

Die Klebschen Arbeiten über Algen und Pilze aus dem letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts (neben den genannten besonders 1898, 1899 a, 1900 a) lieferten eine Reihe allgemeiner Ergebnisse über die Bedingungen der Fortpflanzungsformen, über ihr gegenseitiges Verhältnis und über ihre Beziehungen zum Wachstum.

Es gelang nicht nur, die Bedingungen festzustellen, unter denen die Organismen in jahrelangem Wachstum ohne alle Arten der Fortpflanzung verharrten, auch der vegetative Aufbau der Pflanzen in seinen Einzelheiten (die Gestaltung der Teile, die mit der Fortpflanzung nichts zu tun haben) erwies sich von Außenbedingungen beherrscht. So hängt bei der Alge *Stigeoclonium tenue* die Art der Verzweigung von Licht und Nährsalzgehalt der Kulturflüssigkeit ab, während die Bildung dünner mehrzelliger Haare nur in ruhig stehendem Wasser erfolgt, in fließendem Wasser aber völlig fehlt. So hat auch der Schimmelpilz *Mucor racemosus* auf verschiedenen Nährböden ganz verschiedene Myzelformen (Zuckermyzel, Peptonmyzel, septiertes Myzel, Riesenzellen), d. h. jedem Nährboden entspricht eine andere Ausbildung seines Fadengeflechts. Die Bedingungen der Fortpflanzungsformen, die nach Maximum und Minimum meist engere Grenzen als die des Wachstums aufweisen, sind recht verschieden, wenn sich auch mancherlei Übereinstimmungen zeigen. Manche Algen bilden bei Überführung aus anorganischer Nährlösung in frisches Wasser oder beim Übergang von fließendem in stehendes Wasser, andere bei Verdunklung Zoosporen (bewimperte „Schwärmer“, die umherschweben, sich später festsetzen und zur fertigen Alge auskeimen). Die Konidienbildung der untersuchten Schimmelpilze, d. h. die Erzeugung meist einzelliger, äußerlich abge schnürter Vermehrungsorgane („Sporen“), ist dagegen an luftförmige Umgebung gebunden und höchstwahrscheinlich durch den Grad der Transpiration bedingt. Die Bildung der Geschlechtsorgane bei einigen Algen, z. B. bei *Vaucheria repens* und *Oedogonium diplandrum*, verlangt unbedingt Lichteinwirkung, deren Intensität ausschlaggebend ist. Das hängt zum Teil sicher mit seiner assimilatorischen Wirkung zusammen, da die Geschlechtsorgane der Algen wie allgemein auch die „höheren“ Fruchtformen der Pilze („Karposporen“) einen guten Ernährungszustand voraussetzen, wobei es überall auf einen Überschuß an organischen und einen Mangel an anorganischen Nährstoffen ankommt, die Nährsalze sogar fast durchweg hemmend wirken.

II. Die Bedingungen der Formbildung bei höheren Pflanzen.

Die Erfolge dieser Versuche an Thallophyten¹⁾ mußten es nahe legen, die Fruchtbarkeit ihres Leitgedankens auch an höheren, vor allem an den Blütenpflanzen zu erproben. Freilich liegen hier die Verhältnisse erheblich schwieriger. Die Lebensbedingungen dieser Gewächse sind schwer auf längere Zeit völlig gleichmäßig zu halten, was bei den in Flüssigkeiten oder etwa in dunklen Thermostaten (Wärmeschranken) wachsenden niederen Pflanzen leichter gelingt. Dann aber bietet der verwickelte Aufbau, die reiche äußere und innere Gliederung der Blütenpflanzen neue Schwierigkeiten, da die einzelnen Organe ihre besonderen äußeren Bedingungen haben und ferner in so mannigfacher innerer Wechselwirkung stehen, daß es schwer ist, sie einzeln durch Änderung der Außenbedingungen zu beeinflussen. Trotzdem wagte Klebs den Versuch, auch für die Phanerogamen (Blütenpflanzen) und Archegoniaten (Farnpflanzen im weitesten Sinn und Moose) nachzuweisen, daß die einzelnen Gestaltungsvorgänge in gesetzmäßiger Weise von besonderen, quantitativ bestimmbar Änderungen ihrer Umgebung abhängen. Da man nicht hoffen konnte, sofort die Bedingungen jedes einzelnen Formbildungsvorgangs der zahllosen Teile einer höchdifferenzierten Blütenpflanze zu erforschen, so stellte es sich als *erstes Problem* dar, den *typischen Entwicklungsgang*, wie er sich durch das Nacheinanderauftreten der verschiedenen vegetativen und Fortpflanzungsorgane in der Natur zeigt, *aufzulösen in einzelne von einander relativ unabhängige Gestaltungsvorgänge*, deren Bedingungen dann derart festzustellen waren, daß *alle möglichen Änderungen* jenes typischen Entwicklungsganges *herbeigeführt werden konnten*. Wenn das erst bei einer Reihe von Pflanzen gelang, konnte man sich der *zweiten Aufgabe* widmen, in der *Festlegung der Bedingungen für die Bildung der Teile des Organismus* immer mehr ins Einzelne zu gehen. Den ersten ausführlichen Bericht über Experimente an höheren Pflanzen bringen die „Willkürlichen Entwicklungsänderungen bei Pflanzen“ (1903); die Arbeiten von 1904, 1905, 1906, 1907, 1910, 1918 bauen die gewonnenen Ergebnisse weiter aus.

II. 1. Die Änderung des Entwicklungsganges.

Auch bei Phanerogamen gelang es, die Bedingungen für ein *fortdauerndes Wachstum ohne Fortpflanzung*, d. h. ohne jede Bildung von Blüten oder Samen aufzufinden. Die verbreitete Gudelrebe, *Glechoma hederacea*, wuchs im Gewächshaus bei günstiger Ernährung und hellem Licht im Sommer, Zurückschneiden im Herbst und gleichmäßig hoher Temperatur im Winter eine Reihe von Jahren hindurch während des ganzen Verlaufs der Versuche ohne Blütenbil-

dung fort; ebenso verhielt sich eine Reihe anderer Gewächse. Einjährige und zweijährige Pflanzen erhielt Klebs durch immer erneute Stecklingskultur der in der freien Natur in Blütenbildung aufgehenden Vegetationspunkte Jahre hindurch in fortdauerndem vegetativen Wachstum und bewies so ihre theoretisch unbegrenzte Lebensdauer.

Die *Umbildung von Blüten sprossen in vegetative* vom Charakter der Ausläufer oder aufrechten Laubsprosse gelang nicht nur bei einfach gebauten Blütenständen, sondern auch bei zahlreichen hochentwickelten, vom Laubtrieb erheblich unterschiedenen. So glückte sie bei dem traubenförmigen Blütenstand von *Veronica chamaedrys*, einer Ehrenpreisart, obwohl dieser sich vom Laubspieß durch sein begrenztes Wachstum, seinen Mangel an Verzweigung, eine andersartige Behaarung, beträchtliche Abweichungen in Form und Größe der zerstreut stehenden Hochblätter von den quirlständigen Laubblättern weitgehend unterscheidet. Diese Umwandlung vollzog sich bei bereits blühenden Trieben innerhalb 14 Tagen durch die verschiedenartigsten Verbindungen von äußeren Bedingungen, unter denen nur eine geringe Lichtstärke jedesmal mitwirken mußte. Bei dem allmählichen Übergang zum vegetativen Wachstum zeigten die einzelnen Merkmale des vorher einheitlichen Blütenstands wie Blattform, Blattstellung, Zweigbildung, Behaarung eine Selbständigkeit der inneren Bedingungen, die Hoffnung auf ihre gesonderte Beherrschung durch äußere Bedingungen gibt. Dasselbe Ergebnis erzielte Klebs bei der in einer Reihe von Arbeiten eingehend untersuchten Hauswurzart *Sempervivum Funkii*. Eine blühreife Rosette von *Sempervivum* muß vor der Blütenbildung, am besten kurz bevor ihre Achse sich in die Länge streckt, in sehr günstige Ernährungsbedingungen gebracht oder nach Aufenthalt bei 30° C im Dunkeln hell und feucht kultiviert werden, damit der nachher entstehende Blütentrieb nach Bildung der ersten Blüten an Stelle der übrigen weiterhin Rosetten bildet. Hält man die Pflanze nach dieser Metamorphose fortdauernd in sehr günstigen Ernährungsbedingungen, so wird das normal absterbende Achsensystem des Blütenstandes unter Verdickung zu mehrjährigen Stengelorganen. Es mag hier die methodisch wichtige Tatsache hervorgehoben werden, daß alle die zahlreichen Versuche an *Sempervivum Funkii*, die Klebs über die verschiedensten Probleme der Entwicklungsbeeinflussung anstellte, an Rosetten vorgenommen wurden, die auf vegetativem Wege (d. h. durch Ableger- oder Stecklingsbildung, also ohne Samenerzeugung) von einer einzigen Rosette abstammten.

Aber auch *Blütentriebe* als solche, ohne Umwandlung in Laubsprosse, konnten selbständig gemacht und zur *Überschreitung ihrer engen Wachstumsgrenze* gezwungen werden; so wuchs der als Steckling gezogene Blütentrieb von *Vero-*

¹⁾ Thallophyten = Lagerpflanzen; unter diesem Namen werden die nicht in Sproß, Wurzel und Blatt gegliederten Pflanzen zusammengefaßt.

nica anagallis ohne Einstellung der Blütenbildung zu einer Länge von 80 cm heran, während er sonst höchstens 14 cm lang wird.

Organe, die normal keine Blüten bilden, können hierzu gebracht werden, wenn man die äußeren Bedingungen dazu herstellt. So können die Ausläufer von Sempervivum Funkii Blüten erzeugen, ja auch die Rosetten bringen nach Entfernung des schon blühenden Stengels bei vorangegangener kräftiger Ernährung Blüten in den Achseln der Rosettenblätter hervor, und selbst die sonst sterilen Hochblätter des Blütentriebes tragen Blüten, wenn man die blühreifen Rosetten in feuchter Luft hell kultiviert.

Bei Ajuga reptans gelang es, die Bedingungen zu finden, um Ausläufer, Rosette und Blütentrieb gegenseitig ineinander zu verwandeln ganz ohne Rücksicht auf die normale Aufeinanderfolge der Bildungen. Bei Sempervivum Funkii wurden fast alle Kombinationen der Entwicklung dieser drei Sproßformen hervorgebracht, die sich als möglich erwarten lassen.

Somit darf man den Nachweis, daß auch die Formbildung der höheren Pflanzen nicht „von innen“ fest bestimmt, sondern von äußeren Bedingungen abhängig ist, für eine Reihe von Arten als erbracht ansehen.

II. 2. Die Feststellung der einzelnen äußeren und inneren Bedingungen.

Aber auch zu dem zweiten oben bestimmten Aufgabenkreise, der tiefer eindringenden Analyse dieser Abhängigkeit für die einzelnen Teile des Pflanzenorganismus, konnten bereits Vorarbeiten geleistet werden. Zunächst zeigte es sich, daß einzelne „Merkmale“ der Pflanzen, wie Blattform, Verzweigung, Behaarung u. ä. — die sich ja auch bei Vererbungsversuchen vielfach als selbständig erweisen, selbständig „mendeln“ — bei ein und demselben Organ nicht in einheitlicher, sondern in verschiedenartiger Abhängigkeit von äußeren Bedingungen stehen, da sie z. B. bei Umwandlungen von Blütensprossen in vegetative Triebe in verschiedenem Maße abändern. Vor allem aber hat sich eine überraschend große „Variabilität“ (Veränderlichkeit) der sonst für sehr konstant gehaltenen Blütenmerkmale im Zusammenhang mit Änderungen der Umgebung feststellen lassen. Bei Sempervivum Funkii (und ähnlich bei Campanula trachelium und Sedum spectabile) wurde Verzweigung und Blütenzahl des Blütenstandes, Blütenfarbe, Zahl und Form aller Blütenglieder, ja einzelne Teile desselben Organs, wie Stiel und Beutel des Staubblatts, in zahllosen Beispielen als selbständig veränderlich und damit von besonderen Bedingungen abhängig erkannt; die gegenseitige Metamorphose der Blütenglieder (Verwandlung der Staubblätter in Kronblätter [Petalodie] und in Fruchtblätter und umgekehrt) und eine Reihe anderer Umänderungen wurde häufig erzielt.

Bei Sempervivum gelang es auch, in die Einzelheiten der Bedingungen der Blütenbildung, vor allem ihre Abhängigkeit vom Licht, tiefer einzudringen (bes. 1918). Bei den beiden untersuchten Arten Funkii und albidum verläuft die Blütenbildung in drei durch verschiedene Beeinflussung durch äußere Bedingungen trennbaren Abschnitten. Nicht jede Rosette kann im Frühjahr zur Hervorbringung der Blütenanlagen gebracht werden; es muß dazu vielmehr ein bestimmter innerer Zustand erreicht sein, die sogenannte „Blühreife“. Ein Seitenstück dazu ist der Zustand der „Reizbarkeit“, den Klebs in frühen Arbeiten für gewisse Algen, wie Hydrodictyon, Conferva, Draparnaldia, beschreibt, in dem diese sich befinden müssen, um auf bestimmte Außenbedingungen (Überführung in fließendes Wasser usw.) mit Zoosporenbildung zu antworten. Dort, wie hier entwickelt sich diese besondere Vereinigung innerer Bedingungen unter dem Einfluß von bestimmten äußeren und kann nachträglich durch entgegengesetzt wirkende äußere Bedingungen wieder zerstört werden. Bei Sempervivum wird der blühreife Zustand durch helle Belichtung bei lebhafter Wasserverdunstung und einer relativen Einschränkung der Nährsalzzufuhr hergestellt, durch Feuchtigkeit und vermehrte Nährsalzaufnahme, die das vegetative Wachstum fördern, gehemmt, Lichtintensität und Temperaturwirkung stehen dabei im entgegengesetzten Verhältnis: je schwächer die zugeführte Lichtmenge, desto stärker hemmt höhere Temperatur den Vorgang; je tiefer aber bis zu einer gewissen Grenze die Temperatur ist, desto geringer darf die Lichtmenge sein, ja bei einer Temperatur von 6° C kann die Blühreife im Dunkeln nicht nur bewahrt, sondern an einer gut ernährten Rosette sogar hervorgerufen, die Lichtwirkung also ersetzt werden. Es kommt eben bei der Lichtwirkung, trotzdem ihre Quantität entscheidend ist, ganz offenbar nicht auf die absolute Menge, sondern auf die von ihr beeinflussten inneren Bedingungen, auf das durch ihre Einwirkung geänderte Verhältnis der Assimilation¹⁾ zur Dissimilation²⁾, der energiespeichernden Vorgänge zu den abbauenden an. Alle Tatsachen führen Klebs in gleicher Richtung zu der Hypothese, daß für den „blühreifen Zustand“ ein Konzentrationsüberschuß der Kohlenstoffassimilate (insbesondere der Zuckerarten) gegenüber den Mineralstoffen der Zellen (vor allem den Stickstoffverbindungen) maßgebend sei und damit dieselbe innere Bedingung wie für die Bildung der Geschlechtsorgane bei Algen und Algenpilzen und für die „höheren“ Fruchtformen der Pilze überhaupt. Im Gegensatz zu dieser ersten Entwicklungsstufe ist die zweite, die Entstehung der mikroskopisch sichtbaren Blütenanlagen, nach allen bisherigen Ergebnissen unbedingt an eine Einwirkung des

¹⁾ Körperaufbau aus den Nahrungsstoffen.

²⁾ Stoffzerlegung durch Atmung usw.

Lichtes gebunden, die bisher durch keine andere Bedingung ersetzt werden konnte. Die Intensität des Lichtes ist hier nicht allein ausschlaggebend, da die schwächer brechbaren roten Strahlen des Spektrums den Vorgang innerhalb weiter Grenzen der Intensität erregen, während die stärker brechbaren blau-violetten Strahlen ihn bei jeder, auch großer Stärke hemmen und den blühreifen Zustand schließlich zerstören. Außer (oder statt) einer Wirkung des Lichtes auf die Assimilation — der phototrophischen — kommt es also wesentlich auf eine bisher unerklärliche *blastische* Wirkung¹⁾ an, die in der Überführung des blühreifen Zustandes in den der eigentlichen Blütenbildung besteht. Die dritte Entwicklungsstufe, die *Bildung des Blütenstandes*, die in der Streckung der Achse, der Entstehung wickelartiger Seitenzweige und in der Entfaltung der Blüten besteht, zeigt fast dieselben Beziehungen zum Licht wie der erste Entwicklungsabschnitt. Es kommt hier nur auf die Intensität (bzw. Menge) des vom Blattgrün (Chlorophyll) absorbierbaren Lichtes an, das in seiner Wirkung gleichfalls durch niedere Temperatur, wenn auch nicht vollkommen, ersetzt werden kann.

Ganz ähnliche Ergebnisse erzielten die Versuche, die *Entwicklung von Farnprothallien*, d. h. den die Geschlechtsorgane tragenden „Vorkeimen“ von Farnen, in einzelne Abschnitte zu zerlegen, die in verschiedener Weise von äußeren Bedingungen abhängen (1916 b, 1917 a, b). Bei gleichbleibender Temperatur und Nährstoffmenge zeigten sich alle einzelnen Entwicklungsstufen des Prothalliums von *Pteris longifolia* in gesetzmäßiger Weise von der Lichtintensität beherrscht, die sich für die Keimung, für Zahl und Richtung der Zellteilungen quantitativ festlegen ließ; auch hier besteht eine bestimmte Beziehung zwischen der Wirkung von Lichtstärke und Temperatur bei den einzelnen Prozessen, wie Keimung, Streckungswachstum und Prothallienbildung. Wie bei der Blütenanlage von *Sempervivum* tritt die gegensätzliche Wirkung der rot-gelben und der blau-violetten Strahlen scharf hervor, indem erstere die Keimung der Sporen erregen, die Längsstreckung der Keimzellen (und damit Keimfadenbildung) befördern, aber die Zellteilung hemmen, während die letzteren die Keimung stark hemmen, das Streckungswachstum einschränken, dagegen Längs- und Querteilungen (und damit Prothallienbildung) stark befördern. Auch hier ist die Wirkung der schwächer brechbaren Strahlen (trotzdem sie mit zunehmender Quantität steigt) auf die Keimung und Streckung von der Wirkung auf die C-assimilation²⁾ völlig unabhängig, und *Klebs* kann in hohem Grade wahrscheinlich machen, daß sie die

Entstehung eines Katalysators (Enzyms) hervorrufen, dessen Tätigkeit für die weitere Entwicklung ausschlaggebend wird. Von den blauen und violetten Strahlen dagegen muß eine Hemmungswirkung gegen die Entstehung dieses Katalysators ausgehen. Diese Annahme kann auch als Arbeitshypothese für die Erklärung des ähnlichen photoblastischen Einflusses bei *Sempervivum* dienen. Während eine Reihe anderer Farne sich ganz wie *Pteris longifolia* verhalten, zeigen andere Farne abweichende Beziehungen zum Licht; so keimt der Adlerfarn, *Pteridium aquilinum*, im Dunkeln so gut wie im Licht, und beim Königsfarn, *Osunda regalis*, hängt die Wachstumsform in erster Linie von der ernährenden Wirkung des Lichtes ab.

Die Ergebnisse der Klebschen Versuche seit 1903 haben auch die *begrifflichen Grundlagen seiner Auffassung vom Wesen der Entwicklungsvorgänge* in einem Punkt entscheidend geändert. Schon bei der Untersuchung der Fortpflanzungsbedingungen der Pilze war es schwierig gewesen, in jedem Fall einen spezifischen „morphogenen Reiz“ zu ermitteln. Dieselben äußeren Faktoren wirkten meist zur Hervorrufung der verschiedenen Fortpflanzungsformen zusammen, und in einer oft geringfügigen Verschiebung der quantitativen Verteilung lag die Ursache für die Änderung der Gestaltungsweise. Viel stärker noch trat dieses Verhalten bei den höheren Pflanzen hervor, wo die verschiedenartigsten Verbindungen von äußeren Bedingungen dieselbe Formbildung bestimmten, ein und derselbe „Reiz“ bei einer Pflanze ein ganz verschiedenartiges Verhalten erzielen konnte je nach den Bedingungen, unter denen sie vorher gestanden hatte. Diese Tatsachen führten *Klebs* dazu, auch die früheren Ergebnisse über Algen und Pilze einer neuen kritischen Zergliederung zu unterziehen, als deren Ergebnis er (1904) nun allgemein den Begriff eines *besonderen* „morphogenen Reizes“ für jeden Gestaltungsvorgang aufgab und ihn durch die Abhängigkeit von einem Zusammenwirken einer Reihe (in bezug auf den Formbildungsvorgang „gleichwertiger“) äußerer Bedingungen ersetzte. Aber nicht nur gegen die Voraussetzung eines gestaltenden Reizes, sondern gegen den Begriff eines *Reizes* überhaupt als Ursache der Gestaltungsvorgänge wendet sich seine Kritik, sofern dieser Begriff (mit *Pfeffer* und wohl den meisten Pflanzenphysiologen) ein Auslösungsgeschehen bedeuten soll, einen Vorgang mit dem Kennzeichen einer Upabhängigkeit vom Energiequantum der Ursache, bei dem der energetisch „kleinen“ Ursache eine unverhältnismäßig große Wirkung entspricht. Hiergegen macht *Klebs* vor allem geltend, daß das Formbildungsgeschehen weitgehend gerade vom *Quantum* der ausschlaggebenden äußeren Bedingungen abhängt; die oben dargestellten Vorgänge der Blütenbildung von *Sempervivum* und der Entstehung der Farnprothallien geben die beste Veranschaulichung.

¹⁾ D. h. auf eine unmittelbare, nicht durch bessere Ernährung hervorgerufene Wirkung auf das Wachstum.

²⁾ Gewinnung der Kohlenstoffverbindungen des Pflanzenkörpers aus der Kohlensäure der Luft im Licht mittels des Blattgrüns.

III. Die Zurückführung des Generationswechsels und anderer periodischer Lebenserscheinungen auf äußere Bedingungen.

Die neue methodische Einstellung und die sachlichen Ergebnisse dieser Untersuchungen über die Bedingungen der Gestaltungsvorgänge der Pflanzen wie die begrifflichen Grundlagen erwiesen sich bei ihrer wesentlichen Bedeutung für die Auffassung des Lebensgeschehens als außerordentlich fruchtbar für eine Reihe weiterer Problemkreise, von denen einige der wichtigsten noch kurz gekennzeichnet werden sollen.

Unter diesen hat das Generationswechselproblem einen gewissen zeitlichen Vorrang, sofern *Klebs* die erste seiner oben dargestellten Untersuchungen, die von Hydrodictyon, im Grunde zur Lösung der damals vielfach bejahend beantworteten Frage angestellt hatte, ob den grünen Algen ein ebensolcher fester Wechsel einer geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generation zukomme, wie das für die Archegoniaten seit Hofmeister allgemein angenommen wird. Es ergab sich für Hydrodictyon wie späterhin für Vaucheria und andere Algen oder für die Pilze Sporodinia und Saprolegnia, daß eine notwendige Aufeinanderfolge verschiedener Fortpflanzungsformen in keiner Weise besteht, daß deren Erzeugung vielmehr von bestimmten, experimentell beherrschbaren Bedingungen abhängt (1899 b). Selbst den Generationswechsel der Farne und Moose hält *Klebs* nicht für eine so feste Einrichtung, daß es nicht gelingen sollte, ihn in trennbare Entwicklungsschritte aufzulösen. Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen seine Farn-Untersuchungen als hoffnungserweckende Vorarbeiten einer neuen Behandlung des Generationswechselproblems.

Die formphysiologische Grundanschauung von *Klebs*, derzufolge es zielbewußter methodischer Forschung möglich sein muß, jedes Gestaltungsgeschehen am Organismus durch die Feststellung seiner äußeren und weiterhin seiner inneren Bedingungen soweit zu beherrschen, daß jede Art der Gestaltung an jedem Ort erzielt werden, jede Zelle zur Entfaltung aller überhaupt in ihr steckenden Möglichkeiten unter Umständen gezwungen werden kann, mußte ihm auch den Gedanken nahe legen, die periodischen Erscheinungen des Pflanzenwachstums, den zeitlichen Rhythmus einer Reihe von Gestaltungsvorgängen, von denen der Generationswechsel nur einen Sonderfall darstellt, durch einen Wechsel bestimmter äußerer Bedingungen statt durch erblichen Zwang zu erklären. Es mußte möglich sein, die Ursachen dieses Rhythmus durch methodische Züchtungsversuche aufzudecken und dadurch die Mittel in die Hand zu bekommen, ihn aufzuheben oder abzuändern. In der regelmäßig wiederkehrenden Ruheperiode vieler unserer einheimischen Gewächse, besonders in Laubfall und Lauberneuerung unserer sommergrünen Bäume und Sträucher, in der Jahresringbildung beim Dickenwachstum der Stämme, in der genau bestimmten Blütezeit vieler Pflanzen han-

delt es sich um solche Vorgänge, deren Bearbeitung von *Klebs* zum Teil schon mit Erfolg in Angriff genommen wurde. Bei vielen der Versuche mit Algen und Pilzen war das Problem einer Ausschaltung der in der Natur gegebenen zeitlichen Aufeinanderfolge und regelmäßigen Wiederholung von Gestaltungsvorgängen restlos gelungen.

Aber auch bei höheren Pflanzen wurde eine Unterdrückung der Ruheperiode des Wachstums erzielt. Von Stauden zeigte bei entsprechender Kultur z. B. *Glechoma hederacea*, von Kräutern die einjährige *Möhringia trinervis* oder die zweijährige *Cochlearia officinalis* bei Stecklingsbildung ununterbrochenes vegetatives Weiterwachsen (1903). Die Möglichkeit, einheimische Pflanzen oder solche aus gemäßigtem periodischem Klima (Japan) in Buitenzorg und Tjibodas auf Java zu züchten und umgekehrt von dort tropische Gewächse nach Heidelberg zu verpflanzen, lieferte *Klebs* neue experimentelle Stützen und einen Ausbau seiner Theorie (1911, 1912, 1913a, 1915). So wuchsen von den in tropisches Klima übergeführten krautigen Gewächsen z. B. *Dahlia variabilis*, *Allium Schoenoprasum*, *Acorus calamus*, *Carex Grayii* während des ganzen Winters typisch wie im Sommer weiter, die drei letzteren vegetativ, während erstere mitten im Winter blühte, was in Europa unter Gewächshausbedingungen nie gelang. Die meisten Bäume und Sträucher aus gemäßigtem periodischem Klima trieben in Buitenzorg und Tjibodas zu einer Zeit, wo sie in ihrer Heimat ruhen. Zu diesen Versuchsergebnissen kam die Beobachtung, daß zahlreiche tropische Bäume — wie *Albizia stipulata*, *Ficus geocarpa*, *Cocos nucifera* u. a. — in ihrem durch Gleichmäßigkeit der Temperatur, Feuchtigkeit und des Lichts ausgezeichneten Heimatklima ununterbrochen fortwuchsen, und daß andere tropische Pflanzen, die trotz dieses Klimas Ruheperioden aufweisen, durch Entblätterung (wie 1911 auch *Dingler* gezeigt hatte), aber ebenso auch — so z. B. *Tectonia grandis* und *Terminalia catappa* — durch die entsprechend wirkende immer erneute Zufuhr frischer Nährsalze selbst in Heidelberg zu einem Weiterwachsen ohne Ruheperiode gebracht werden konnten. Das führte *Klebs* zu dem Schluß, daß es sich bei der Ruheperiode der Gewächse nicht um eine erblich überkommene feste Einrichtung, sondern um eine solche handeln müsse, die infolge bestimmter innerer Bedingungen zustande kommt, welche wiederum durch äußere Bedingungen geschaffen und zerstört werden. Niedere Temperatur und niedere Wassergehalt sowie vor allem geringe Nährsalzmengen sind die hauptsächlichsten Faktoren zur Herbeiführung der Wachstumsruhe, während eine Steigerung der Temperatur, des Wasser- und Nährstoffgehaltes der Einstellung des Wachstums entgegenwirken. Da bei den Gewächsen mit festerer Ruheperiode der Wachstumsstillstand der Herabsetzung eines oder mehrerer der ausschlag-

gebenden Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit und Nährsalzgehalt folgt, während gleichzeitig durch die weitergehende Assimilation in den Blättern eine Anhäufung organischer Stoffe (Stärke, Öl usw.) in den ruhenden Teilen stattfindet, so nimmt *Klebs* im Anschluß an eine Hypothese von *J. Sachs* und neuere Ergebnisse der Fermentlehre an, daß hierdurch die zum Wachstum nötigen Fermente der Zelle inaktiv gemacht werden. Ein Teil der in letzter Zeit besonders gepflegten und neu gewonnenen Verfahren des Fröhrtreibens — Gewächshauskultur, Warmbadmethode (*Molisch*), Entblätterungsversuche (*Goebel, Dingler*), Wasserinjektion (*Weber*), Nährsalzzufuhr (*Lakon*) — finden durch diese Annahme ohne weiteres, andere, wie das Ätherverfahren (*Johannsen*) wenigstens vermutungsweise eine Erklärung. Die glänzendste Bestätigung dieser Theorie war es aber, daß es *Klebs* auf ihrer Grundlage gelang, eine Methode zu finden, um selbst die von allen unseren Bäumen in ihrer Ruhe festesten und bisher unangreifbarsten Knospen der Buche (*Fagus silvatica*) im Januar zu vollem Austreiben zu bringen, nämlich die fortwährende Bestrahlung mit elektrischem Licht (1913a, 1914). Hier ist es die erhöhte Lichtmenge, die eine Reaktivierung der Fermente herbeiführt. In der Folgezeit gelang es (1917c) in diesem Lichtraum bei einer ausgiebigen Nährsalzzufuhr Buchen 8 Monate lang dauernd treiben, Eichen zu jeder Jahreszeit, im Sommer 3 Monate lang, im Winter 4 Monate ununterbrochen wachsen zu lassen, obwohl beide Baumarten sonst nur im Frühjahr 3—4 Wochen lang treiben. Bei *Robinia pseudacacia* und *Ailanthus glandulosa*, „sympodial“ wachsenden Baumarten mit Wachstums- und Ruhezeiten (d. h. solchen, deren Hauptproß in der Ruheperiode abstirbt, während im nächsten Jahr eine Seitenknospe die Verlängerung des Verzweigungssystems übernimmt) gelang es, den Gipfelvegetationspunkt jeweils 10 Monate hindurch, auch während des ganzen Winters, unaufhörlich treiben zu lassen. Das Verhalten der Pflanzen in der Natur ist also durch äußere und innere Bedingungen, vor allem durch verhältnismäßigen Nährsalzmangel bedingt. Durch dasselbe Mittel der dauernden Lichtbestrahlung erreichte er bei *Sempervivum Funkii* auch eine Verschiebung der Blütezeit (1913a, 1918). Die Entstehung der mikroskopisch wahrnehmbaren Blütenanlagen erfolgt sonst mit großer Pünktlichkeit, auch unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen, bei blühreifen Rosetten Ende April, die Entwicklung des Blütentriebs im Juni. Unter dem Einfluß der Dauerbelichtung mit Osramlampen erreichte er, die Pflanzen in jedem Wintermonat zum Blühen zu bringen.

IV. Die Bedingungen anomaler Gestaltungen.

Auch für gewisse Gebiete der pflanzlichen Pathologie, so für die *Teratologie*, die Mißbildungslehre, ergeben sich aus den Klebschen Versuchen

neue Gesichtspunkte. Sind doch vor allem die zahlreichen Blütenvariationen (1905, 1906, 1907), die bei *Sempervivum*-arten, bei *Sedum spectabile* u. a. Pflanzen erzeugt wurden, gerade solche Metamorphosen, wie sie die Teratologie sammelt und untersucht. Die Klebschen Versuche legen den Gedanken als fruchtbare Arbeitshypothese nahe, daß es eben dieselben Bedingungen der normalen Ausbildung der einzelnen Blütenteile — also quantitativ abgestufte Konzentrationsverhältnisse der Kohlehydrate, Nährsalze und anderer Zellinhaltsstoffe — seien, welche auch für ihre anormale Umbildung verantwortlich sind; nur ihre Aufeinanderfolge ist geändert. Derselbe Gedanke wird von *Klebs* auch einer kausalen Analyse in der *Regenerationslehre* zugrunde gelegt. Die Entnahme eines Organs, welcher eine Neubildung folgt, soll eben jene inneren Bedingungen geschaffen haben, welche auch im normalen Entwicklungsgang zu seiner Ausbildung führen. Versuche an Weidenarten veranschaulichen diesen Gedankengang. Bei Arten mit zarter, wasserdurchlässiger Rinde wie *Salix alba vitellina pendula* gelingt an beliebiger Stelle eines Zweiges die Hervorrufung starker Wurzelbildung, wie sie sonst nur an Stecklingen als Kallusrestitution auftritt, durch dauernde Benetzung; bei Arten mit starker Korkschicht muß außerdem diese entfernt werden, damit dieselbe innere Bedingung der Wurzelbildung, nämlich reichliche Wasserdurchtränkung, gegeben ist.

V. Die Bedingungen der Formbildung und der Artbegriff.

Von großer Bedeutung sind die Klebschen Untersuchungen auch für eine Reihe systematischer Probleme. So konnte *Klebs*, auf sie gestützt, einer damals beliebten Strömung in der Algensystematik gegenüber treten, welche die Zusammengehörigkeit der verschiedensten Arten, ja Gattungen, in den Entwicklungskreis einer einzigen Alge behauptete. Er stellte für den Nachweis eines solchen *Polymorphismus*, wie er besonders von *Kützing*, später von *Cienkowski* und *Hansgirg*, in neuerer Zeit von *Chodat* und *Borzi* vertreten wurde, drei Forderungen auf: Untersuchung der Organismen in einer von einem einzigen Individuum ausgehenden Reinkultur, mikroskopische Beobachtung der behaupteten Umbildung und Feststellung ihrer Bedingungen, und erzielte einen besonderen Erfolg, indem er zeigte, daß in den durch *Rostafinski* und *Woronin* beschriebenen Entwicklungsgang der Schlauchalge *Botrydium granulatum* ein ganz anderer Organismus aufgenommen worden war, der sich durch den Bau der Zelle auch morphologisch weitgehend unterschied, und den er *Protosiphon botryoides* nannte. Es zeigte sich weiter, daß auch viele andere Nöte der Algensystematik nur mittels Reinkultur unter methodischer Änderung der Bedingungen zu beseitigen sind. Bei *Stigeoclonium* z. B. hatte man der *Arteinteilung* gerade die *Merkmale* zugrunde

gelegt, die sich in der Kultur als die *variabelsten* erwiesen; viele bisherige „Arten“ sind sicher nur Standortsformen. Das Verhalten eines Organismus gegenüber der wechselnden Umwelt, nicht nur unter den zufälligen Bedingungen einer Naturbeobachtung, muß zur Grundlage der wissenschaftlichen Systematik werden. So sind z. B. *Oedogonium diplandrum* und *Oe. capillare* außer durch Abweichungen in der Zellgröße, im Bau der Fadenenden usw. dadurch unterschieden, daß die Zoosporenbildung bei beiden unter gänzlich verschiedenen äußeren Bedingungen erfolgt. Hormidiumformen mit recht geringen morphologischen Unterschieden halten diese unter den verschiedensten Kulturbedingungen in deutlicher Trennung fest, dürfen also als echte Arten, nicht nur als Standortsformen, gelten. Auch bei den Pilzen ergab sich die Notwendigkeit, wie das besonders deutlich in der Untersuchung über *Saprolegnia mixta* zutage tritt, für jedes „Merkmal“ den Variationskreis seiner Bedingungen festzustellen.

Ebenso fruchtbar erweist sich dieser Versuch, die Systematik auf eine formphysiologische Grundlage zu stellen, bei den höheren Pflanzen. Die wichtigsten Ergebnisse der *Variations-, Vererbungs- und Mutationslehre* gewinnen hier eine besondere Beleuchtung und große Einheitlichkeit. Die Bedeutung der Klebschen Auffassung der Lebewesen, aus der sein Artbegriff fließt, ergibt sich am besten aus der Gegenüberstellung mit der üblichen Auffassung; wie sie etwa von *Wilhelm Roux* am bündigsten formuliert wurde. Danach hat jede Spezies einen „typischen“ Entwicklungsgang und „typische“ Formeigentümlichkeiten, die sich bei Konstanz aller äußeren Bedingungen von innen heraus, vom Organismus selbst bestimmt ausbilden, wobei den Faktoren der Außenwelt nur eine auslösende Bedeutung zukommt. Alle durch äußere Faktoren bewirkten Änderungen dieser Entwicklung, seien sie nun häufige („normale“) oder seltene („anormale“) stellen Abweichungen, atypische Bildungen dar, keine Speziescharaktere. Die Grundvoraussetzung dieser Anschauung wird von *Klebs* bestritten. Es gibt weder wirkliche Unveränderlichkeit der äußeren Lebensbedingungen noch eine Unabhängigkeit einer Formbildung von den äußeren Bedingungen, welche jene vielmehr stets auch der Art nach bestimmen. Daher gibt es nach ihm auch keinen „typischen“ Entwicklungsgang und keine „typischen“ Merkmale, sondern nur einen „normalen“ Entwicklungsgang und „normale“ Merkmale, d. h. solche, die unter den in der Natur gewöhnlich gegebenen (normalen) Bedingungen entstehen. In der „spezifischen Struktur“ eines Organismus liegen Möglichkeiten („Potenzen“) zu zahllosen Formbildungen, von denen jede ganz bestimmten inneren Bedingungen und damit gewissen Verbindungen äußerer Faktoren gesetzmäßig zugeordnet ist. Es gibt keine Form schlechthin in der Natur, sondern nur eine von bestimmten Bedingungen abhängige und durch

sie verwirklichte Form. *Nicht besondere „Merkmale“ sind die Kennzeichen einer Naturart oder Spezies, sondern besondere Arten des Reagierens auf bestimmte äußere Bedingungen.* Darin unterscheiden sich zwei „Arten“, daß sie unter *gleichen* Bedingungen sich *verschieden* verhalten; in einem besonderen Abgestimmtsein auf die Außenwelt liegt nach dieser Auffassung das Wesen der Spezies und damit der Vererbung. Es gibt keine besondere „Erbmasse“ mit festen „Anlagen“ (wie sie *Klebs* selbst noch in seinen ersten Arbeiten festhielt), sondern ein von uns hinzunehmendes Zusammengegebensein („Struktur“) von Reaktionsmöglichkeiten („Potenzen“) auf die Bedingungen der Außenwelt. Auch auf das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften fällt von dieser Betrachtungsweise her neues Licht; zumeist handelt es sich nämlich in den heute viel besprochenen Beispielen um eine unmittelbare Übertragung erworbener innerer Bedingungen, nicht um Änderungen des erblichen Verhaltens. Aufgabe einer wissenschaftlichen Bearbeitung des Speziesproblems muß es daher sein, für einzelne Organismen den ganzen Umkreis ihrer Formbildungen, ihrer „Variationen“ unter allen herstellbaren Bedingungen zu erforschen. Die „Variation“ ist danach nicht Abweichung vom „Typus“ der Spezies, den es als solchen gar nicht gibt, sondern ein Teil des Speziesbegriffs selbst. Hieraus ergibt sich auch, daß die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die „Variationen“ der Merkmale, die sogenannten Queteletschen Regeln, das Wesentliche nicht herausheben, sondern gerade verdecken, nämlich die Abhängigkeit dieser Variationen von den Änderungen der Lebensbedingungen. Jede Art des durch die verschiedensten „Variationskurven“ darstellbaren Verhaltens läßt sich durch bestimmtes Zusammenwirken der Außenbedingungen an jedem einzelnen „Merkmal“ erzielen. Die Untersuchungen über die Variationen von *Sempervivum*-Arten, von *Veronica chamaedrys*, von *Sedum spectabile* u. a. (1905, 1906, 1907) geben reichliches Anschauungsmaterial zu diesen Sätzen.

Die *stammesgeschichtliche Entwicklung der Lebewesen* muß daher auf einem Wechsel der Art zu reagieren, auf der *Veränderung der Potenzen* beruhen, deren Ergebnis *Klebs* im einzelnen Fall wie *de Vries* als „*Mutation*“ bezeichnet. Auch solche Mutationen müssen durch äußere Bedingungen hervorgerufen werden, die hier — wie immer — mittelbar und unmittelbar einwirken. Mittelbar, indem sie einen bestimmten Zustand innerer Bedingungen schaffen, auf den dann dieselben oder andere äußere Bedingungen unmittelbar so einwirken, daß der Organismus mit der Änderung einer oder mehrerer seiner Potenzen, seiner Verhaltensweisen, antwortet. *Klebs* hat mehrfach versucht, solche erworbenen Änderungen des erblichen Verhaltens, solche echte „Vererbung erworbener Eigenschaften“ bei seinen Versuchspflanzen zu erzielen. Zunächst gelang es ihm

(1906), aus Samen von *Veronica chamaedrys*, deren Mutterpflanzen durch besondere Bedingungen zur Verlaubung des Blütenstandes gebracht worden waren, Pflanzen zu züchten, welche die Verlaubung schon unter „normaleren“ Bedingungen zeigten, d. h. unter solchen, die bei den Mutterpflanzen hierzu noch nicht ausreichten. Später (1909) zeigten Sämlinge aus künstlich veränderten Mutterblüten von *Sempervivum acuminatum* schon unter „normalen“ Bedingungen — und zwar in gesteigerter Form — Blütenvariationen (Petalodie, Rosettenbildung im Blütenstand usw.), die bei der Mutterpflanze nur unter anormalen Bedingungen (Entfernung der „typischen“ Blüten an besonders gut ernährter Pflanze) auftraten. Während hier noch keine endgültige Sicherheit über die Erblichkeit der neuen „Rassen“ oder „Halbrassen“ besteht, konnte Klebs bei seinen Kulturen von *Nicotiana tabacum* das Auftreten eines echten, bisher nicht beobachteten Mutanten feststellen (1916a), der als Bastard auftrat und sich durch das Bestehen eines sehr hohen Prozentsatzes von Blütenmißbildungen (Zerreißen der Blütenkrone, starke Petalodie des Kelches usw.) unter normalen Bedingungen kennzeichnete. Aus dieser lacerata-Form ließ sich nach den Mendelschen Regeln eine völlig neue Rasse *apetala* ohne Blütenkrone, mit völlig petaloidem Kelch und anderen Anomalien abspalten, die sich als konstant erwies. Die Bedingungen, welche die Mutation hervorgerufen hatten, gelang es freilich noch nicht zu ermitteln. Immerhin ist auch hier ein Anfang zu verheißungsvoller Zukunftsarbeit gemacht.

Es konnten hier nur einige der wichtigsten Problemkreise herausgegriffen und umrissen werden, auf die die Klebs'schen Forschungen sich erstrecken. Die Darstellung hat aber ihren Zweck erfüllt, wenn sie die großzügige Einheitlichkeit dieser reichen Lebensarbeit aufweist, auf deren bedeutende Erweiterung und Krönung wir hoffen dürfen, und wenn sie weiterhin zeigt, daß die Grundbegriffe, Methoden und Ergebnisse seiner Untersuchungen einen festen Unterbau für das Gebäude einer künftigen botanischen Physiologie der Gestaltung bieten und einen großen ersten Schritt zu dem Ziel der Beherrschung der pflanzlichen Form bedeuten.

Literaturverzeichnis.

1889. Klebs, Georg, Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biol. Zbl. 9, 1889.
1890. Über die Vermehrung von *Hydrodictyon utriculatum*. Ein Beitrag zur Physiologie der Fortpflanzung. Flora 1890.
1891. Über die Bildung der Fortpflanzungszellen bei *Hydrodictyon utriculatum*. Bot. Zeitg. 1891.
1892. Zur Physiologie der Fortpflanzung von *Vaucheria sessilis*. Verh. naturf. Verein. Basel. 10, 1892.
1893. Über den Einfluß des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biolog. Zbl. 13, 1893.
1894. Über das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur. Jena. 1894.
1895. Über einige Probleme aus der Physiologie der Fortpflanzung. Verh. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Allg. Teil. Leipzig. 1895.

1896. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. (Über die Fortpflanzungsphysiologie der niederen Organismen, der Protobionten. Spezieller Teil.) Jena 1896. 543 S.
1898. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze I. *Sporodinia grandis*. Jahrb. f. wiss. Bot. 32. 1898.
- 1899a. — II. *Saprolegnia mixta*. Jahrb. wiss. Bot. 33. 1899.
- 1899b. Über den Generationswechsel der Thallophyten. Biol. Zbl. 19. 1899.
- 1900a. Zur Phys. d. Fortpfl. ein. Pilze IH. Allgemeine Betrachtungen. Jahrb. f. wiss. Bot. 35. 1900.
- 1900b. Einige Ergebnisse der Fortpflanzungsphysiologie. Ber. d. d. bot. Ges. 18. 1900.
1902. Über *Sporodinia grandis*. Bot. Zeitg. 1902.
1903. Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitrag zur Physiologie der Entwicklung. Jena 1903. 166 S.
1904. Über Probleme der Entwicklung. I., II., III. Biolog. Zbl. 24, 1904.
1905. Über Variationen der Blüten. Jahrb. wiss. Bot. 42, 1905.
1906. Über künstliche Metamorphosen. Abhandl. naturf. Ges. Halle. 25. 1906.
1907. Studien über Variation. Arch. f. Entw.-Mech. d. Org. 24. 1907.
1909. Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Sempervivum*. Sitzber. Heidelberger Akad. d. Wiss. M.-n. Kl. 1909.
1910. Alterations in the Development and Forms of Plants as a Result of Environment. Proceed. of the Royal Soc. B. 82. 1910. Croonian Lecture.
1911. Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitzber. Heidelb. Akad. 1911.
1912. Über die periodischen Erscheinungen tropischer Pflanzen. Biol. Zbl. 32. 1912.
- 1913a. Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung. Sitzber. Heidelb. Akad. 1913.
- 1913b. Physiologie der Fortpflanzung. Handwörterbuch der Naturwissensch. 4. 1913.
1914. Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Abhandl. Heidelb. Akad. 1914.
1915. Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. Jahrb. wiss. Bot. 1915.
- 1916a. Über erbliche Blütenanomalien beim Tabak. Zeitschr. induct. Abst. und Vererbbl. 17. 1916.
- 1916b. Zur Entwicklungsphysiologie der Farnprothallien. I. Sitzber. Heidelb. Akad. 1916.
- 1917a. — II. ebda. 1917.
- 1917b. — III. ebda. 1917.
- 1917c. Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Zbl. 37. 1917.
1918. Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. Flora. N. F. 11. 1918.

Besprechungen.

Volhard, F., Die doppelseitigen hämatogenen Nierenkrankungen (Brightsche Krankheit). Berlin, Julius Springer, 1918. 576 S., 24 farbige Textabbildungen und 8 lithographische Tafeln. Preis M. 36,—.

Die Nierenkrankheiten dürfen in der Gegenwart nicht nur auf das Interesse der Ärzte, sondern aller naturwissenschaftlich Gebildeten in erhöhtem Maße rechnen, da es sich hier nicht nur um eine seit langem bekannte Krankheitsgruppe handelt, sondern weil unter dem Einfluß des Kriegs sich wichtige Änderungen vollzogen haben. Bisher nahm man in erster Linie Infektionskrankheiten als Ursachen der Nierenkrankungen (Nephritiden oder Nephropathien) an, die sich meistens bei Kindern oder jungen Personen entwickelten, zu meist abheilten oder zum kleinern Teile unter gelegentlichen Verschlimmerungen auch dauernd wurden.

In zweiter Reihe bildeten sich die krankhaften Prozesse an den Nieren bei älteren Personen in der Regel ganz schleichend, ohne jeden erkennbaren äußeren Anlaß, aus, um erst nach Frist von Jahren oder Jahrzehnten das tödliche Ende herbeizuführen.

Hierzu ist nun in den letzten Jahren die *Kriegsnierenentzündung* getreten. In früheren Kriegen noch nie beobachtet, macht sich jetzt seit 1915 augenscheinlich unter der Einwirkung des Schützengrabens das gehäufte Vorkommen dieser Krankheit bemerkbar. In der großen Mehrzahl der Fälle gehen die Krankheitssymptome bei geeigneter Behandlung im Verlauf von mehreren Wochen oder Monaten vollständig zurück. Bei einer Minderzahl verzögert sich die Heilung jedoch, und einzelne Störungen halten sich so hartnäckig, daß mitunter auch mit einem chronischen Siechtum zu rechnen ist. Die große Bedeutung dieses Leidens ist dadurch leicht begreiflich, obgleich die Zahl der frühzeitig erfolgenden Todesfälle glücklicherweise gering ist. Schließt auch das Krankheitsbild der akuten *Kriegsnephritis* sich den bekannten Formen an, so ist das gehäufte Auftreten an einzelnen Orten und zu gewissen Zeiten noch nicht vollständig geklärt. Schon dieser Umstand läßt es erklärlich erscheinen, wenn man dem großen Werk von *Volhard* ein reges Interesse entgegenbringt.

Das vorliegende Buch ist als zweite Auflage des klinischen Teils des 1914 erschienenen Werks von *Volhard* und *Fahr* über den gleichen Gegenstand anzusehen und stellt einen Abdruck aus dem III. Band des Handbuchs der inneren Medizin von *Mohr* und *Stähelin* dar. Über die Hälfte des Werkes ist dem allgemeinen Teile vorbehalten, der Schilderung der normalen und pathologischen Physiologie der Nierentätigkeit, der Veränderungen an dem Herz- und Gefäßapparat, der Urämie (Harnvergiftung) und ihrer Behandlung, der Albuminurie (Eiweißausscheidung im Harn) und schließlich der Geschichte und Einteilung der Nierenkrankheiten. Erst in der zweiten kleineren Hälfte werden die einzelnen Krankheitsbilder besprochen. Die Darstellung beruht im wesentlichen auf eigenen Beobachtungen, neben denen noch andere aus der Literatur gelegentlich mit verwertet sind. Die gesamte Auffassung des Schriftstellers ist im höchsten Maße subjektiv und Referent hat vielfach die Empfindung, als wenn die Anschauungen anderer Kliniker nicht genügend berücksichtigt werden. Dies ist aber die Schattenseite, die bei jeder ausgesprochenen Individualität anzutreffen ist. Auf alle Einzelheiten des Werkes in dieser Beziehung einzugehen, würde den Rahmen des Referats weit überschreiten, nur wenige Punkte seien erwähnt.

Bei der Behandlung der schweren akuten Form der Nierenentzündung, so auch der *Kriegsnephritis*, empfiehlt *Volhard* zeitweilig völlige oder annähernd vollständige Nahrungsenthaltung. Seit Einführung der Fastenkur, wie er sie nennt, hat *Volhard* bei der akuten *Nephritis* kaum mehr eine eklamptische Urämie ausbrechen sehen, auch dann nicht, wenn eklamptische Äquivalente, wie Kopfschmerz, „Dosigkeit“, Amaurose usw. bereits die Bereitschaft zur Eklampsie verkündeten. Nach einigen Tagen soll dann der „Wasserstoß“ versucht werden, indem nüchtern 1½ Liter Wasser bisweilen mit dem Zusatz eines harntreibenden Mittels (Theophyllinnatrium 0,5 g) getrunken werden. Hiergegen wurden schon von anderer Seite Bedenken geäußert. Referent glaubt in ähnlichen Fällen und namentlich bei den schweren Verschlimmerungen von chronischen Nierenentzündungen, die

allen Behandlungsmethoden die größten Schwierigkeiten entgegengesetzten, gleiche Erfolge von einer leicht verdaulichen ganz eiweißarmen Kost gesehen zu haben, die im wesentlichen aus Reis, Sahne, Tée, Obst in Form von Kompotts usw. bestand. Die theoretische Überlegenheit dieser, doch sicher weniger eingreifenden Ernährungsweise liegt darin, daß bei der *Volhards* Fastenkur der Eiweißumsatz des hungernden Organismus ein größerer ist, als wenn er durch die eiweißarme Kost verringert wird. Dadurch wird aber die Schonung der Nieren gefördert, wenn die aus dem Umsatz des Organismus sich ergebenden Schlacken auf das denkbar niedrigste Maß herabgedrückt werden. — Auch gegen die scharfe Unterscheidung der *herdförmigen* von den *diffusen* Glomerulonephritiden müssen ernste Bedenken geltend gemacht werden, zumal überhaupt das Vorhandensein der nicht septischen Form von *Herdnephritiden* bestritten ist. Ferner weicht Referent auch in seiner Auffassung über die chronische Schrumpfiniere, insbesondere deren mildere Form, der sogenannten *blanden* oder *benignen* Nieren-Sklerose von *Volhard* ab. *Volhard* betrachtet diese Krankheitsgruppe im wesentlichen als durch die arteriosklerotischen Veränderungen an den kleinen Gefäßen entstanden, während sie Referent, wie er dies an anderer Stelle ausführlich begründet hat, wenigstens in vielen Fällen als eine von Anfang an oder durch die Behandlung gemilderte Form der Nierenentzündung ansieht.

Alle diese Punkte können natürlich hier nicht weiter erörtert werden. Jedoch soll durch deren Erwähnung nicht der Wert des *Volhardschen* Werkes herabgedrückt werden. Gerade auf dem Gebiete der Nierenkrankheiten sind die Anschauungen noch sehr im Fluß und es würde schwer sein, ein Werk zu schreiben, das allen Anschauungen gerecht wird. Zum Schluß sei noch die vorzügliche Ausstattung des ganzen Buches hervorgehoben, die Abbildungen sind fast ohne Ausnahme vortrefflich gelungen, so daß es dem Verleger und dem deutschen Buchhandel zur Ehre gereicht.

F. Hirschfeld, Berlin.

Zacher, Friedrich, Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. Systematisches und synonymisches Verzeichnis der im Gebiete des deutschen Reiches bisher aufgefundenen Orthopteren-Arten (Dermaptera, Oothecaria, Saltatoria). Jena, Gustav Fischer, 1917. VII, 287 S. und eine Verbreitungskarte. Preis M. 10,—.

Unter Geradflüglern werden hier verstanden die Ohrwürmer, Schaben, Fangheuschrecken, Feldheuschrecken, Laubheuschrecken und Grillen, und es kommt dem Verfasser vor allem darauf an, den Forschern und Sammlern zu zeigen, wo die Tiere zu suchen sind, die sie brauchen. Demgemäß stellt den Kern des Buches der mehr als 200 Seiten umfassende *Katalog der Fundorte* der deutschen Orthopterenarten dar, ein mit immensem Fleiß nach der Literatur und den eigenen Erfahrungen des Verfassers gearbeitetes Verzeichnis, das für tiergeographische Betrachtungen sicherlich eine brauchbare Grundlage bietet. Wenn der Verfasser selbst davon nicht den ausgiebigen Gebrauch gemacht hat, der möglich gewesen wäre, so liegt das vor allem daran, daß die Tiergeographen überhaupt von dem reichen Tatsachenmaterial noch nicht allgemein Kenntnis nehmen, das in der Klimatik sowie in der physikalischen und chemischen Durchforschung des Bodens unserer Heimat als geronnene Arbeit vorliegt. Z. B. die *Hellmannschen* Regenkarten zu verwenden, oder sein Gebiet etwa in der Art zu betrachten, wie *Dove*

und *Frankenhäuser* das für die Luftkurorte (1910) getan haben, scheint noch keinem deutschen Biographen als erstrebenswerte Aufgabe erschienen zu sein. Künftighin sollte es unmöglich sein, biologische Beobachtungen im Gelände zu notieren, ohne gleichzeitig Temperaturen, Feuchtigkeitsgehalt, Lichtstärke usw. zu bestimmen. Denn erst so wird sich ein auch auf Physik und Chemie gegründetes Bild der Verbreitung der Organismen entwerfen lassen, ein Bild, das in jedem seiner Züge zu jeder Zeit sowohl geographisch als biologisch auswertbar ist. Mindestens ebenso wichtig wie die *Sammlung* ist das in dem eben umschriebenen Sinne ausgeführte *Tagebuch* des Beobachters.

Das Zachersche Buch hat das Lob eines Orthoptologen wie *H. Kärny* in Wien¹⁾ und die Zustimmung eines Kenners der deutschen Tierwelt wie *C. Zimmer* in München²⁾ gefunden, und so darf sich unsere Betrachtung wohl auf die weitere Kreise interessierenden Kapitel des Werkchens beschränken. Dem Fundortskatalog schiebt *Zacher* 8 kurze Kapitel voraus, in denen er sich über die Literatur, über die Artabgrenzung bei den Heuschrecken und zur Ökologie der Geradflügler äußert. (Er faßt diese Kapitel als Allgemeine Einleitung zusammen, wobei zu fragen wäre, was davon allgemein und was am Katalog besonders ist.) Die Anschauungen des Verfassers über die Herkunft der deutschen Orthopterenfauna (Diskontinuierliche Verbreitung, Vorposten oder Relikt?, Kap. 5) sowie das, was er über Verbreitungshemmnisse, Lebensgemeinschaften, Abhängigkeit von Klima, Boden und Pflanzenwuchs zu sagen weiß (Kap. 6), sind den Lesern der „*Naturwissenschaften*“³⁾ aus unserem zustimmenden seinerzeitigen Bericht bekannt. Für das gelungenste Kapitel des Buches halten wir den im Anschluß an *Graebners* pflanzengeographische Schriften gearbeiteten Abschnitt über die Verteilung der einheimischen Orthopteren auf die Pflanzenformationen (S. 33 bis 36). Manche gute Anregung steckt auch in den Erörterungen des Kapitels 2: über den „Artbegriff, seine ideale und praktische Definition, Veränderlichkeit und Vererbung bei den Geradflüglern, Bedeutung der Kurzflügligkeit“. *Zacher* nimmt hier Stellung gegen *Lotsys* Versuch (*Progressus rei botanicae* 1913), alle durch eine einzige Erbanlage, ein „Gen“, unterschiedenen Formen als Arten, sogenannte „Genotypen“, zu betrachten. „Wenn wir also z. B. annehmen, bemerkt *Zacher*, daß die gelbe Färbung am Hinterrande des Vorderrückens bei *Oedipoda coerulescens* var. *marginata* Kärny sich konstant vererbt und für diese erbliche Eigenschaft ein Gen A, für das Fehlen der Eigenschaft ein Gen a besteht, so würden alle homozygoten Formen AA zu einer Art *marginata* Kärny, alle homozygoten Formen aa zu einer zweiten Art *coerulescens* L. gehören, während die heterozygoten Bastarde Aa äußerlich der einen oder der andern Art gleichen oder auch eine intermediäre Form bilden könnten. Die Feldheuschrecken der *Stenobothrus*-Gruppe mit ihren zahllosen Färbungsabweichungen müßten dann, wenn für jede solche Färbungsspielart ein Gen vorhanden wäre, in eine unübersehbare Anzahl von Arten aufgelöst werden. A dann aber fast jedes einzelne Individuum einer besonderen Art zugerechnet werden müßte, würde das praktisch zu unhaltbaren Zuständen in der Systematik

führen.“ *Zacher* sagt darum lieber mit *Plate*: „Zu einer Art gehören sämtliche Individuen, welche die in der Diagnose festgestellten Merkmale besitzen, wobei vorausgesetzt wird, daß sich die äußeren Verhältnisse nicht ändern; ferner alle davon abweichenden Individuen, die mit ihnen durch häufig auftretende Zwischenformen verbunden sind, ferner alle, die mit den vorgenannten Formen nachweislich in genetischem Zusammenhange stehen oder sich durch Generationen fruchtbar mit ihnen paaren.“ Läßt sich nach dieser Definition dann und wann einmal Art und Varietät nicht sicher trennen, so macht das praktisch nichts aus, es gewinnen sogar derartige Studien einen eignen Reiz, wie man den weiteren Ausführungen *Zachers* entnehmen kann. So gibt es z. B. zwei Heuschreckenartenpaare, die bei uns scharf von einander getrennt sind, in entfernten Gebieten jedoch durch Zwischenglieder lückenlos verbunden erscheinen.

Vermißt an dem Buche habe ich eine Studie über die *Lautäußerungen* der Geradflügler, Erscheinungen, die schon allein für das Sammeln der Tiere von Bedeutung sind, das Bild ihres Gehabens aber einschneidend beeinflussen als viele andre Eigenschaften, und gewünscht hätte ich, mit *Kärny* und *Zimmer*, daß *Zacher* seine an die Synonymie gewandte Mühe durch knappe Charakterisierung der Arten (durch morphologische und physiologische Kennzeichen) gekrönt hätte.

Thilo Krumbach, Rovigno.

Bühler, Karl, Die geistige Entwicklung des Kindes. Jena, Gustav Fischer, 1918. XVI, 378 S. und 26 Abbildungen im Text. Preis M. 10,—.

Mit der bedeutenden Entwicklung, welche die „allgemeine“ Psychologie in den letzten Jahrzehnten durchmachte, hat unter den Teilgebieten der „differentiellen“ Psychologie besonders die Arbeit über das Seelenleben und die seelischen Eigentümlichkeiten des *Schulkindes* einigermaßen Schritt gehalten. Dagegen ist bis vor kurzem die Psychologie der *frühen* Kindheit etwas vernachlässigt worden, und ein Grund hierfür ist nicht schwer darin zu finden, daß in dieser Altersstufe dem Psychologen im wesentlichen nur seine eigenen Kinder zur Beobachtung und zum Experiment zur Verfügung stehen; erst wenn mehrere Eltern, die zugleich Psychologen sind, an ihren Kindern unter gleichen Gesichtspunkten Beobachtungen angestellt und die Ergebnisse einander zugänglich gemacht haben, können diese aus dem Bereiche des Zufällig-Individuellen in den des Wissenschaftlich-Allgemeingültigen erhoben werden. Es ist wohl in erster Linie das Verdienst *Preyers*, die Gesichtspunkte für solche Beobachtungen des Kindes angegeben und so zu wissenschaftlich verwertbaren Einzelbeobachtungen angeregt zu haben. In der Tat ist in den 35 Jahren, die seit dem Erscheinen von *Preyers* „Die Seele des Kindes“ verflossen sind, auf diesem Gebiete ein reiches Beobachtungsmaterial zusammengetragen worden, und es ist heutzutage für jeden psychologisch geschulten Vater fast selbstverständlich, daß er die Mutter seines Kindes veranlaßt, über die geistige Entwicklung des Kindes ein Tagebuch zu führen. Eine Anzahl solcher Tagebücher sind auch veröffentlicht worden. Sie geben das Material, das man nun in neuester Zeit systematisch zu verarbeiten begonnen hat. Wie *Sterns* „Psychologie der frühen Kindheit“ ist auch das hier vorliegende Werk *Bühlers* ein hervorragendes Produkt einer solchen systematischen Arbeit.

Neben diesem Gesichtspunkte, für die weitere Forschung eine neue Basis zu schaffen, die vorliegenden

¹⁾ Verhandlungen der k. k. zoolog.-bot. Ges. Wien 1918.

²⁾ Biologisches Zentralblatt. 38. Bd. (1918).

³⁾ Diese Zeitschrift Jahrg. 1917.

Ergebnisse zu sichten, die sicheren von denjenigen zu trennen, die noch weiterer Bestätigung bedürfen, und neue Fragestellungen zu geben, war für den Verfasser bei der Abfassung seines Buches wohl auch noch das Bedürfnis maßgebend, seine allgemein-psychologischen Theorien in den Zusammenhang der Kindespsychologie einzureihen, sie auch unter dem Entwicklungsgesichtspunkte zu betrachten und sie auf diese Weise einer Probe auf ihre Brauchbarkeit als Forschungs-Hypothesen zu unterziehen. Dies gilt in erster Linie für die von Bühler schon im Jahre 1907 aufgestellte Denk-Theorie. Mit dieser werden die Wahrnehmungen des Kindes, die Märchenphantasie und das kindliche Zeichnen in Zusammenhang gebracht; für die Entwicklung des Zeichnens werden Parallelen mit der Sprach-Entwicklung aufgezeigt; in ähnlicher Weise wird die Märchen- mit der Spiel-Phantasie in Zusammenhang gebracht. Bei der Darlegung seiner Theorie holt der Verfasser häufig sehr weit aus, so daß dem Leser der Zusammenhang mit dem eigentlichen Thema des Buches oft einigermaßen verloren geht; ist dies einerseits vielleicht ein Fehler, so sind solche Exkurse doch von großem allgemein-psychologischem Interesse und Werte.

Ein weiteres Charakteristikum des Bühlerschen Werkes liegt darin, daß der Verfasser in großem Umfange die Ergebnisse über die Psychologie primitiver Menschen und über das Seelenleben der Tiere zur Erläuterung und zur Erklärung kindespsychologischer Befunde mit heranzieht; in einem Falle bezieht er sich besonders auf *Verworn's* Ausführungen zur primitiven Kunst, im andern Falle auf die hochbedeutsamen „Intelligenzprüfungen an Anthropoiden“ von Köhler.

Was die äußere Einteilung des Buches betrifft, so behandelt die „Einleitung“ (I) die Geschichte, den Gegenstand und die Methoden der Kindespsychologie sowie die körperliche Entwicklung des Kindes, besonders die des Zentralnervensystems. Es folgt dann ein Kapitel (II), das gewissermaßen einen „Querschnitt“ durch das Seelenleben des Neugeborenen legt und die ersten Anfänge der einzelnen psychischen Funktionen betrachtet. Im Unterschiede dazu verfolgen die folgenden fünf Kapitel die Methode des „Längsschnittes“ und behandeln die Entwicklung der Raum- und Zeitanschauung und der Auffassungsfunktionen (III), der Sprache (IV), des Zeichnens (V), der Vorstellungsfähigkeit (Erinnerungen, Spiel- und Märchen-Phantasie) (VI), und des Denkens (VII). Ein Schlußkapitel (VIII) endlich ist den Gesetzen und Ursachen der geistigen Entwicklung gewidmet, ihren „inneren“ Faktoren, der Vererbung, und ihren „äußeren“, unter denen das Spiel eine besondere Berücksichtigung erfordert.

Gute Literaturnachweise sowie ein Namen- und ein Sachverzeichnis erhöhen die Brauchbarkeit des Buches.

Otto Lipmann, Klein-Glienicke.

Astronomische Mitteilungen.

Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem. Dieses Problem, das schon in vielen Arbeiten von verschiedenen Forschern behandelt worden war, nahm C. V. L. Charlier in mehreren während der letzten Jahre erschienenen Aufsätzen (*Meddel.* fr. Lunds Astr. Obs. Nr. 69, 70, 79, 81, 82; *Serie* II, Nr. 16) wieder in Angriff. Jeder Stern beschreibt unter der Anziehung sämtlicher übrigen Sterne des Systems eine bestimmte Bahn; diese kann jedoch gestört werden, sobald der Stern einen zweiten in großer Nähe passiert (Vorübergang) oder mit ihm zusammenstößt. Die Gesamtanziehung kann man nach den

gewöhnlichen Methoden der Potentialtheorie dynamisch behandeln (Anziehung eines Punktes innerhalb einer stetigen Massenverteilung),* aber die Berücksichtigung der Vorübergänge und Zusammenstöße erfordert infolge der großen Anzahl von Individuen statistische Methoden. Beruht nun aber in der Gastheorie die statistische Behandlung auf der Maxwell'schen Annahme einer — während des Vorüberganges umgekehrt der fünften Potenz der Entfernung wirkenden — Abstoßungskraft, kommt bei den Sternen selbstverständlich nur die Newtonsche Anziehung in Betracht. Deshalb hat Charlier für das Fixsternsystem eine auf dem Newtonschen Gesetz begründete statistische Mechanik ausgearbeitet. Der Satz von der gleichen Verteilung der Energie und das Boltzmannsche H-Theorem gelten auch hier, dagegen ändert sich der Ausdruck für die Relaxationszeit. (Eine Berechnung dieser Größe gelang Charlier durch Einführung einer statistischen Reihe vom Typus A für die Verteilungsfunktion der Geschwindigkeiten.) Charlier fand 10^{10} Jahre, während sie in den Gasen nach Jeans 10^{-10} Sekunden beträgt.

Nach Charlier ist das Fixsternsystem eine Sternansammlung von der Gestalt eines Rotationsellipsoids, die sich fast im dynamischen Gleichgewicht befindet und sich fortwährend infolge der Vorübergänge dem statistischen nähert. Die Fläche der Geschwindigkeitsverteilung ist gegenwärtig ein Ellipsoid und strebt gleichzeitig der Kugel (der Maxwell'schen Verteilung) zu, wobei immer der Satz von der gleichen Verteilung der Energie in Geltung bleibt. Ein Stern beginnt seinen Entwicklungsgang als kosmischer Staub, erreicht über das rote und gelbe das weiße Stadium (höchste Temperatur) und durchläuft dann denselben Weg in umgekehrter Richtung. (Dieser monistischen Anschauung steht eine dualistische gegenüber, die hauptsächlich auf der Eddingtonschen Zweischwarmhypothese basiert. Nach ihr besteht das Milchstraßensystem aus zwei oder mehreren spiralförmigen oder unregelmäßigen Schwärmen, so daß weder dynamisches noch statisches Gleichgewicht herrscht. Die Entwicklung eines Sterns nimmt hier ihren Ursprung vom Gasnebel und führt durch Energieausstrahlung über das weiße und gelbe zum roten Stadium, während die Geschwindigkeit dem Alter des Sterns proportional ist.) Daß das Sternsystem wirklich auf dem Wege vom dynamischen zum statischen Gleichgewicht sei, dafür führt Charlier gegenüber den Einwendungen von Jeans folgende Gründe an:

1. Der Satz von der gleichen Verteilung der Energie gilt tatsächlich. Denn dieses Gesetz verlangt eine umso größere Geschwindigkeit, je kleiner die Masse des betreffenden Sterns ist. Nun haben nach den verschiedensten statistischen Untersuchungen wirklich die weißen Sterne im Durchschnitt die größte Masse und kleinste Geschwindigkeit, die gelben eine kleinere Masse, aber größere Geschwindigkeit, und die roten die kleinste Masse und größte Geschwindigkeit.

2. Das Geschwindigkeitsellipsoid sämtlicher Sterne ist beiläufig eine Rotationsfigur, deren Rotationsachse senkrecht auf der Richtung zum Zentrum des Fixsternsystems steht, wie es die Theorie des dynamischen Gleichgewichts fordert.

3. Während das Geschwindigkeitsellipsoid für die weißen, also jüngsten Sterne am meisten von der Rotationssymmetrie abweicht, ist es für die gelben fast genau eine Rotationsfigur, wogegen es

4. bei den roten, den ältesten Sternen fast schon Kugelgestalt aufweist (entsprechend der Maxwell'schen Verteilung). Nach Eddington spricht die Tatsache, daß

sich die Mitglieder einer Sternfamilie, z. B. die Bärensterne, in parallelen Bahnen bewegen, gegen die regellose Verteilung, *Charlier* dagegen hält sie für die letzten Überreste der einstens regelmäßig verteilten Sterne. Da die Geschwindigkeit der Kometen von derselben Größenordnung ist wie die der Sterne, sie aber als Körper kleinster Masse nach dem Äquipartitionstheorem der Energie die größte Geschwindigkeit haben müßten, ist das Fixsternsystem nach *Poincarés* Ansicht vielleicht noch nicht im stationären Zustand, so daß die gleiche Energieverteilung noch nicht erreicht ist. Nach *Charlier* ist dieser Grund unwahrscheinlich, da bei den roten Sternen das Äquipartitionstheorem schon gelte.

Wahrscheinlich haben daher die Kometen eine derartig große Geschwindigkeit erlangt, daß sie das Fixsternsystem schon verlassen haben, und die wenigen, die vorhanden sind, von der Sonne eingefangen worden sind, so daß sie als ständige Mitglieder dem Sonnensystem angehören. Ein Gleiches gilt für die Meteore.

Referent ergänzte die *Charlierschen* Untersuchungen in einigen Punkten (Phys. Zeitschrift, Mai 1918; Astr. Nachr. 207, 161). Die Mitglieder des Milchstraßensystems sind so außerordentlich dünn verteilt, daß Wasserstoffgas, dessen Moleküle mit derselben Dichte verteilt wären wie die Sterne, bei 0° C. unter einem Druck von 10^{-18} mm stünde. Für den Radius der Wirkungssphäre eines Sterns ergibt sich unter der Voraussetzung, daß diese Größe analog wie in der Kapturtheorie der Kometen definiert wird, ungefähr $\frac{1}{2}$ der mittleren Sterndistanz. Danach kann die zwischen zwei Vorübergängen von einem Stern zurückgelegte freie Bahn so ziemlich als Gerade angesehen werden. Trotz der ungeheuer geringen Dichte der Sternverteilung läßt sich immer noch ein gegenüber den Abmessungen des gesamten Systems kleines Volumelement angeben, das eine zur Anwendbarkeit der statistischen Methoden der Gastheorie genügend große Anzahl von Sternen enthält. Allerdings müssen infolge der überaus großen Relaxationszeit auch genügend große Zeiträume zugelassen werden.

Über die Trift der Nebelflecke veröffentlichte *C. Wirtz* vier interessante Mitteilungen in den Astr. Nachr. (203, 197; 203, 293; 204, 23; 206, 109). Zur Ableitung der Eigenbewegungen wurden die von *H. Schultz* in Upsala vor 40–50 Jahren mikrometrisch aufgenommenen Positionen mit den photographischen Neubestimmungen dieser Nebelörter durch *W. Lorenz* (1912) und *K. Reinmuth* (1916) an der Königstuhler Sternwarte (Heidelberg) verglichen; letztere beiden konnten als systematisch identisch betrachtet und als eine Reihe (Königstuhl) behandelt werden. Ferner verglich *Wirtz* die von *A. Winnecke* in Straßburg gemachten mikrometrischen Positionsbestimmungen mit dieser Königstuhler Reihe, dann, um auch Objekte des

südlichen Himmels heranzuziehen, die zweite Nebelreihe *J. G. Porters* (Cincinnati 1910) mit den durchschnittlich 30 Jahre davon entfernten Beobachtungen *Winneckes* und schließlich die ebenfalls nur den südlichen Nebeln gewidmete Reihe von *O. Stone* am Leander Mc. Cormick Observatory (1893) mit den *Porterschen* Daten. Ferner wurden noch die von *J. E. Keeler* mit dem großen Lickfernrohr an 14 Gasnebeln gemessenen Radialgeschwindigkeiten verwertet. Zum Zwecke der Ableitung der Eigenbewegungen wurden gewisse systematische Korrekturen angebracht, die *Wirtz* später, da sowohl *H. Kobold* als auch *H. v. Seeliger* gegen das zu ihrer Ermittlung dienende Verfahren Bedenken äußerten, wieder wegließ. Das Material wurde nach den Methoden von *Airy* und *Schwarzschild* behandelt. Die in vielen charakteristischen Merkmalen auftretende Verschiedenheit zwischen Spiral- und Gasnebeln zeigte sich auch hinsichtlich der Eigen- und Radialbewegungen.

Die Gasnebel verhalten sich bezüglich ihrer parallaktischen Trift ganz ähnlich wie die Sterne, sie führen auf den Sonnenapex und ergeben eine mittlere Parallaxe von 0,008" (400 Lichtjahre), entsprechen also in ihrem Abstand ungefähr den B-Sternen. Sie sind infolgedessen als Mitglieder des Fixsternsystems anzusehen, ihre mittlere Geschwindigkeit ist von der Größenordnung der Sonnengeschwindigkeit. Ein ganz anderes Verhalten weisen die Spiralnebel auf. Es ergibt sich eine der Sterntrift fast entgegengesetzte parallaktische Verschiebung und eine mittlere Parallaxe von 0,00015" (21 100 Lichtjahre), so daß diese Nebel außerhalb des Milchstraßensystems liegen. Unter der Voraussetzung, daß der volle Betrag der Linienverschiebung dem Dopplereffekt zuzuschreiben wäre, würde aus den Radialbewegungen eine mittlere Geschwindigkeit von -830 km/sek folgen, wobei noch eine konstante $k = +656$ km/sek in die Geschwindigkeit eingeht, die in der Weise zu deuten wäre, daß das System der Spiralnebel in bezug auf die momentane Stellung des Sonnensystems als Zentrum mit der Geschwindigkeit k auseinandertriebe. Die den Sternen entgegengesetzte parallaktische Trift ließe sich am besten durch die Annahme erklären, daß die Nebel ruhen und die Sterne sich relativ zu ihnen bewegen. Während *v. Seeliger* zeigte, daß die der Sternbewegung entgegengesetzte parallaktische Nebeltrift durch unbekannte Eigenbewegungen der Anhaltsterne vorge-täuscht werden könne, ist *Wirtz* der Ansicht, daß trotz des geringen und unsicheren Materials seine Ergebnisse wenigstens als Wegweiser für weitere Beobachtungen dienen könnten, da das Gesetz der großen Zahlen schon bei einer auffallend geringen Zahl von Gegenständen gelte, sowie auch *Herschel* den Sonnenapex nur aus 13 Sternen abgeleitet hat.

J. Lense, Wien.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Vom 30. Mai 1917.

Zum Quantensatz von *Sommerfeld* und *Epstein*; von *A. Einstein*. Die von *Sommerfeld* und *Epstein* gegebene Formulierung des Quantensatzes für gewisse mechanische Systeme wird etwas verallgemeinert, derart, daß die Anwendung des Satzes auch in solchen Fällen möglich wird, in denen eine Separation der Variablen nicht erzielt ist.

Vom 30. Juni 1917.

Über Vokalklänge; von *Karl von Wesendonk*. Verfasser weist darauf hin, daß seine Versuche über „Synthese der Vokale aus einfachen Tönen“ sich in guter Übereinstimmung befinden mit ausgedehnten, genauen Untersuchungen des amerikanischen Physikers *Miller* über Vokalklänge. Dieser hat die Luftschwingungen mit einem empfindlichen, Phonodeik genannten Schallschreiber aufgenommen und sorgfältig harmonisch analysiert, auch mit Erfolg Vokalsynthesen

aus einfachen Tönen ausgeführt. Herr^r Miller erblickt in den Ergebnissen dieser Versuche eine volle Bestätigung der Helmholtzschen Vokaltheorie.

Vom 30. August 1917.

Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung; von *Ulphilas Meyer*. Maxwell hat gezeigt, daß die dielektrischen Nachwirkungserscheinungen sich durch Inhomogenitäten in der Struktur der Dielektrika erklären lassen. Eine genaue Darstellung des Verlaufs der Erscheinungen auf diesem Wege stößt auf große mathematische Schwierigkeiten, dagegen ist es mit Hilfe eines einfachen Modells möglich, aus den beobachteten Größen die Materialkonstanten der reinen Substanzen abzuschätzen. Man gelangt so zu Werten, die mit anderweit bekannten Zahlen gut übereinstimmen. Damit ist eine weitere Stütze für die Richtigkeit der Maxwell'schen Annahme erbracht. Bei vielen Stoffen lassen sich die Beobachtungen durch die Annahme erklären, daß einer der Grundstoffe Wasser ist. Ferner wird darauf hingewiesen, daß bei den Gleichstrom- und den Wechselstromerscheinungen der Einfluß verschiedener Glieder überwiegt, und daß daher kein quantitativer Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen besteht.

Vom 30. Oktober 1917.

Über eine neue Quarzlampe; von *M. Wolfke*. Eine neue Quecksilber-Quarzlampe, die ein ringförmiges, vertikales Leuchtrohr (ohne Kapillare an der Kathode) besitzt und bei der die Elektrodengefäße ineinander eingeschmolzen sind. Die Lampe ist vor allem für das Laboratorium bestimmt; sie ist mit Wasserkühlung versehen, die ein Regulieren der Belastung und der Leuchtkraft (bis 5000 H.-K.) in weiten Grenzen zuläßt.

Vom 30. November 1917.

Druckdifferenzen in gleichstromdurchflossenen Edelgasröhren; von *Franz Skaupy*. Versuche mit Edelgasröhren, die von Gleichstrom hoher Stromdichte durchflossen sind, ergeben beträchtliche Druckdifferenzen (der höhere Druck an der Anode) zwischen den Enden des Rohres. Eine einfache angenäherte Beziehung zwischen dem Gasdruck und der Druckdifferenz wird festgestellt. Mögliche theoretische Erklärungen werden besprochen.

Über den Energieaustausch bei Zusammenstößen zwischen langsamen Elektronen und Gasmolekülen; von *G. Hertz*. Es wird die Theorie der Bewegung langsamer Elektronen in Gasen geringer Elektronenaffinität entwickelt und auf Grund der Messungen von *J. Franck* und *G. Hertz* gezeigt, daß der Energieaustausch bei Zusammenstößen zwischen Elektronen und Heliumatomen genau wie bei völlig elastischen Stößen verläuft, während bei Zusammenstößen mit Wasserstoffmolekülen auch Energie an die inneren Freiheitsgrade des Moleküls abgegeben wird. Ferner wird der außerordentlich große Einfluß sehr geringer Verunreinigungen auf die Beweglichkeit der negativen Ionen (Elektronen) in dichten Edelgasen mit dieser Theorie auch quantitativ in Einklang gefunden.

Vom 30. Dezember 1917.

Beispiele zur Berechnung der Anziehung eines homogenen Rotationskörpers auf einen Massenpunkt in der Rotationsachse nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz; von *Emil Lampe*. Die betrachteten Körper sind: Kreiszylinder, halbes Rotationsellipsoid, Kreiskegel, Segment eines Rotationsparaboloides je mit aufgesetzter Halbkugel auf die Kreisfläche der Begrenzung, verschiedene Segmente des Paraboloides und des halben Rotationsellipsoids. Insbesondere wird der Höchstwert der Anziehung eines jeden Körpers bei konstantem Volumen und Änderung der Gestalt ermittelt.

Druckfestigkeit von Glas und Quarz; von *G. Berndt*. Vorversuche an Würfeln aus Spiegelglas ergaben eine Abnahme der Druckfestigkeit mit wachsender Kantenlänge. Gut miteinander übereinstimmende Ergebnisse wurden an allseitig polierten Zylindern von 5 mm Durchmesser und derselben Höhe erzielt. Mit diesen wurden folgende Mittel- und Höchstwerte (letztere in Klammern) für die Druckfestigkeit in kg/cm² erzielt: Spiegelglas 12 400 (13 800); Borosilikat-Kron 516/640 der Sendlinger optischen Glaswerke (das etwa dem Jenaer Typus O 3832 entspricht) stark gespannt 15 200 (18 400); gut gekühlt 14 200 (16 900); Quarz parallel zur Achse 25 000 (28 000); senkrecht zur Achse 23 000 (27 000).

Vom 28. Februar 1918.

Nachwirkungsstrom und dielektrischer Wechselstromverlust; von *Franz Tank*. In Ergänzung und teilweiser Berichtigung der Arbeit des Herrn *Ulphilas Meyer* (Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 18, 139, 1917) wird wahrscheinlich gemacht, daß man aus bekanntem Verlauf des Nachwirkungsstromes stets den Wechselstromverlust berechnen kann, wenn der Nachwirkungsstrom genähert einem Gesetze $i = EC\beta t^{-n}$ gehorcht und von einer Zeit an beobachtet worden ist, die einige Prozente der Periodendauer beträgt.

Vom 30. April 1918.

Über die Bestimmung der Elastizitätsgrenze; von *O. Lehmann*. In einer allseitigen, die Elastizitätsgrenze übersteigendem Druck ausgesetzten Vollkugel gibt es zwei konzentrische charakteristische Kugelflächen, deren Größe von Material und Druck abhängt, nämlich eine, innerhalb deren der Druck überall Null ist, so daß der von ihr umschlossene Kern ausgeschnitten werden kann ohne an der Druckverteilung etwas zu ändern (ähnlich wie ein Tunnel im Gebirge) und eine diese umschließende, innerhalb deren die Elastizitätsgrenze nirgendwo überschritten wird. Ein leerer Hohlraum in einem festen Körper (d. h. einem solchen, dessen Elastizitätsgrenze nicht Null ist) kann also auch bei sehr großem allseitigen Druck und in sehr langer Zeit nicht verschwinden (im Gegensatz zu einem zähflüssigen Körper).

Vom 30. Juni 1918.

Über die Rotationsenergie der dreiatomigen Gase; von *Koloman Széll*. Der Verfasser bestimmt quantentheoretisch vom Planckschen Standpunkte aus auf Grund der Resultate der Planckschen Untersuchungen (Ann. d. Phys. 50, S. 413, 1916) die Rotationsentropie der dreiatomigen Gase, in welchen eine jede Molekel zwei gleiche Hauptträgheitsmomente hat, bei hoher Temperatur, und vergleicht den erhaltenen Ausdruck $(S = kN \ln \frac{2^4 J \sqrt{2} c^3 L \pi^7 (kT)^3}{h^3})$, wo $J = K, L$ die Hauptträgheitsmomente bedeutet) mit dem von *O. Sackur* berechneten Resultat.

Lassen sich die Brechungsexponenten der Körper für Röntgenstrahlen experimentell ermitteln? von *A. Einstein*. Von Prof. *Köhler* (Wiesbaden) wurde 1916 darauf aufmerksam gemacht, daß Röntgenaufnahmen runder Objekte einen schmalen, hellen Saum an ihrer Kontur zeigten. Es wird dargetan, daß sich diese Erscheinung ungezwungen auf Totalreflexion der Röntgenstrahlen zurückführen läßt, welche die Oberfläche des Objektes fast tangential treffen.

Über das Atommodell von Niels Bohr; von *Wihl. H. Westphal*. Die Arbeit enthält eine kurze Widerlegung eines von *J. Stark* erhobenen logischen Einwands und anschließend Betrachtungen über die Wahrscheinlichkeit verschiedener statischer Bahnen, insbesondere von Kreisbahnen.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 48.

29. November 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie. Von *Prof. Dr. A. Einstein, Berlin*. S. 697.

Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie (24.—26. September 1918). Von *Dr. B. Harms, Berlin*. S. 702.

Besprechungen:

Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Von *Max Jakob, Berlin-Charlottenburg*. S. 708.

Cohn, Emil, Physikalisches über Raum und Zeit. Von *Max Jakob, Berlin-Charlottenburg*. S. 709.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Sichtbarkeit von Unterseeboten und Minenfeldern vom Flugzeug aus. Von *Felix Jentsch-Graefe, Berlin*. S. 709.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die Landschaften Rumäniens. S. 710.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Das Vorkommen von Kormoran, Schnatterente und Limose auf den Militärischen Teichen. Die ältere ornithologische Literatur. Die Entwicklung verschiedener Vögel. S. 711.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Behandlung von Kriegsverletzungen mit Lösungen von Silbernitrat. Experimentelle Umwandlung der sekundären Geschlechtsmerkmale bei den Hühnervögeln. Über Autotomie und Regeneration der Eingeweide bei *Polycarpa tenera* Lacaze und Delage. Über die Widerstandsfähigkeit der marinen Bakterien gegenüber dem Salzgehalt. Studien über die Bildung von Senkstoffen. S. 712.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Tafeln und Formeln aus Astronomie und Geodäsie

für die Hand des Forschungsreisenden, Geographen, Astronomen und Geodäten

Von

Dr. Carl Wirtz

Universitätsprofessor in Straßburg i. E.

Preis gebunden M. 18.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6- 13 23 52 maliger Wiederholung
10 30 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.

1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

29. November 1918.

Heft 48.

Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie

Von Prof. Dr. A. Einstein, Berlin.

Kritikus: Schon oft haben meinesgleichen in Zeitschriften Bedenken der verschiedensten Art gegen die Relativitätstheorie vorgebracht; nur selten aber hat einer von euch Relativisten¹⁾ darauf geantwortet. Wir wollen nicht untersuchen, ob Hochmut, ob Gefühl der Schwäche, ob Faulheit der Grund dieser Unterlassung gewesen ist — vielleicht wars eine besonders wirksame Mischung dieser seelischen Mächte; vielleicht auch verriet die Kritik nicht selten zur Evidenz, daß der Kritiker gar zu wenig Sachkenntnis an den Tag legte. Darüber soll — wie gesagt — nicht gesprochen werden; aber das will ich dir gleich sagen: heute habe ich dich persönlich aufgesucht, um es dir unmöglich zu machen, dich mühelos zu drücken wie andere Male. Denn sei versichert, daß ich nicht von der Stelle weichen werde, bevor du mir alle meine Fragen beantwortet hast.

Damit du aber nicht gar zu sehr erschrickst, ja vielleicht sogar mit einem gewissen Vergnügen an das Geschäft gehst (dem du doch nicht entrinnen kannst), sage ich dir auch gleich einiges Tröstliche. Ich bin nicht, wie manche meiner Kollegen, von der Würde meiner Gilde so sehr durchdrungen, daß ich als ein überlegenes Wesen von überirdischer Einsicht und Sicherheit auftrete (wie ein Berichterstatter über wissenschaftliche Literatur oder gar ein Theater-Kritiker). Sondern ich rede wie ein sterblicher Mensch, zumal ich wohl weiß, daß Kritik nicht selten den Mangel an eigenen Gedanken zum Vater hat. Auch will ich dir nicht — wie jüngst einer meiner Kollegen — wie ein Staatsanwalt auf den Leib rücken und dir Diebstahl geistigen Eigentums oder sonstige unehrenhafte Handlungen vorwerfen. Nur das Bedürfnis, zur Aufklärung einiger Punkte beizutragen, über welche die Meinungen noch gar weit auseinandergehen, hat meinen Überfall veranlaßt. Allerdings muß ich dich bitten, die Veröffentlichung dieses unseres Gespräches zu gestatten, nicht zuletzt deshalb, weil der Mangel an Papier nicht der einzige Mangel ist, welcher meinem Freunde, dem Redaktor Berolinensis, den Schlaf verkürzt.

Da ich dir die Bereitwilligkeit ansehe, gehe ich sofort auf das Sachliche über. Seit die spezielle Relativitätstheorie aufgestellt ist, hat deren Ergebnis über den verzögernden Einfluß der Be-

wegung auf den Gang einer Uhr stets Widerspruch hervorgerufen, und zwar — wie mir scheint — mit gutem Grunde. Denn dies Ergebnis scheint notwendig zu einem Widerspruch mit den Grundlagen der Theorie zu führen. Damit wir uns vollkommen verstehen, sei dies Ergebnis der Theorie zunächst hinreichend scharf angegeben.

Es sei K ein galileisches Koordinatensystem im Sinne der speziellen Relativitätstheorie, d. h. ein Bezugskörper, relativ zu welchem isolierte, materielle Punkte sich geradlinig und gleichförmig bewegen. Es seien ferner U^1 und U^2 zwei genau gleich geschaffene, von außen nicht beeinflusste Uhren. Diese gehen gleich schnell, wenn sie unmittelbar nebeneinander oder auch in beliebiger Entfernung voneinander relativ zu K ruhend aufgestellt werden. Ist aber eine der Uhren, z. B. U^2 , relativ zu K im Zustande gleichförmiger Translationsbewegung, so soll sie nach der speziellen Relativitätstheorie — vom Koordinatensystem K aus beurteilt — langsamer gehen als die relativ zu K ruhend angeordnete Uhr U^1 . Dies Ergebnis berührt an sich schon seltsam. Schwere Bedenken bringt dasselbe mit sich, wenn man sich folgendes wohlbekannte Gedankenexperiment vergegenwärtigt.

A und B seien zwei voneinander entfernte Punkte des Systems K . Zur Fixierung der Vorstellung sei angenommen, daß A der Anfangspunkt von K , B ein Punkt auf der positiven x -Achse sei. Die beiden Uhren mögen zunächst beim Punkte A ruhen. Sie gehen dann gleich schnell, und es sei ihre Zeigerstellung die gleiche. Wir erteilen nun der Uhr U^2 eine konstante Geschwindigkeit im Sinne der positiven x -Achse, so daß sie sich nach B hin bewegt. Bei B denken wir uns die Geschwindigkeit umgekehrt, so daß sich U^2 wieder gegen A bewegt. Bei A angekommen, wird die Uhr aufgehalten, so daß sie nun wieder relativ zu U^1 in Ruhe ist. Da die von K aus beurteilte Veränderung der Zeigerstellung von U^2 , welche eventuell während des Geschwindigkeitswechsels von U^2 eintreten könnte, sicherlich einen gewissen Betrag nicht übersteigt, und da U^2 während der gleichförmigen Bewegung längs der Strecke AB (von K aus beurteilt) langsamer geht als U^1 , so muß bei hinreichender Länge der Strecke AB die Uhr U^2 nach ihrer Rückkehr gegenüber der Uhr U^1 nachgehen. — Bist du mit diesem Schluß einverstanden?

Relativist: Unbedingt einverstanden. Mit Bedauern habe ich gesehen, daß einige Autoren, die sonst auf dem Boden der Relativitätstheorie stehen, diesem unvermeidlichen Ergebnis ausweichen wollten.

¹⁾ Unter „Relativist“ ist hier ein Anhänger der physikalischen Relativitätstheorie, nicht des philosophischen Relativismus zu verstehen.

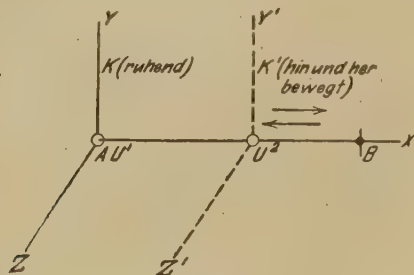
Krit.: Nun kommt der Haken. Nach dem Prinzip der Relativität muß doch der ganze Vorgang in genau gleicher Weise verlaufen, wenn er von einem Koordinatensystem K' aus dargestellt wird, welches die Bewegung der Uhr U^2 mitmacht. Relativ zu K' ist es dann die Uhr U^1 , welche die Hin- und Herbewegung ausführt, während die Uhr U^2 dauernd in Ruhe geblieben ist. Es folgt dann, daß am Ende der Bewegung U^1 gegenüber U^2 nachgehen müßte, in Widerspruch mit dem obigen Ergebnis. Es kann doch von den gläubigsten Anhängern der Theorie nicht behauptet werden, daß von zwei nebeneinander ruhend angeordneten Uhren jede gegenüber der anderen nachgehe.

Rel.: Deine letzte Behauptung ist selbstverständlich unbestreitbar. Aber die ganze Schlußweise ist deshalb unstatthaft, weil nach der speziellen Relativitätstheorie die Koordinatensysteme K und K' keineswegs gleichberechtigte Systeme sind. In der Tat behauptet ja diese Theorie die Gleichwertigkeit nur aller galileischen (unbeschleunigten) Koordinatensysteme, d. h. solcher Koordinatensysteme, relativ zu welchen hinreichend isolierte, materielle Punkte sich geradlinig und gleichförmig bewegen. Ein solches Koordinatensystem ist wohl K , nicht aber das zeitweise

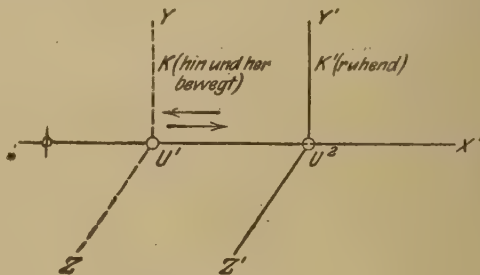
beschleunigte System K' . Es kann daher aus dem Ergebnis, daß die Uhr U^2 nach ihrer Hin- und Herbewegung gegenüber U^1 nachgehe, kein Widerspruch gegen die Grundlage der Theorie konstruiert werden.

Krit.: Ich sehe ein, daß du damit diesen Einwand unwirksam gemacht hast, muß aber doch sagen, daß ich mich durch dein Argument mehr überführt als überzeugt fühle. Übrigens aufsteht mein Einwand sogleich wieder von den Toten, wenn man sich auf den Boden der allgemeinen Relativitätstheorie stellt. Denn da nach dieser Koordinatensysteme von beliebigem Bewegungszustande berechtigt sind, so kann der vorhin betrachtete Vorgang ebensogut auf das mit U^2 dauernd verbundene System K' bezogen werden wie auf das System K .

Rel.: Es ist sicherlich richtig, daß wir uns vom Standpunkt der allgemeinen Relativitätstheorie aus ebensogut des Koordinatensystems K' bedienen können als des Koordinatensystems K . Aber man sieht leicht ein, daß die Systeme K und K' mit Bezug auf den betrachteten Vorgang keineswegs gleichwertig sind. Während nämlich der Vorgang von System K aus wie oben aufzufassen ist, gestaltet er sich von K' aus betrachtet, völlig verschieden, wie die nachfolgende Gegenüberstellung zeigt:



K ist Bezugssystem.



K' ist Bezugssystem.

1. Die Uhr U^2 wird im Sinne der positiven x -Achse durch eine äußere Kraft beschleunigt, bis sie die Geschwindigkeit v angenommen hat. U^1 bleibt in Ruhe.

2. U^2 bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit v bis zu dem Punkte B der positiven x -Achse. U^1 bleibt in Ruhe.

3. Die Uhr U^2 wird durch eine nach der negativen x -Achse gerichtete äußere Kraft so lange beschleunigt, bis sie die Geschwindigkeit v in der negativen x -Richtung angenommen hat. U^1 bleibt ruhend.

1. Es entsteht ein im Sinne der negativen x -Achse gerichtetes Gravitationsfeld, in welchem die Uhr U^1 so lange beschleunigt fällt, bis sie die Geschwindigkeit v angenommen hat. Eine an der Uhr U^2 angreifende, im Sinne der positiven x -Achse wirkende äußere Kraft verhindert, daß die Uhr U^2 durch das Gravitationsfeld in Bewegung gerät. Wenn die Uhr U^1 die Geschwindigkeit v erlangt hat, verschwindet das Gravitationsfeld wieder.

2. U^1 bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit v bis zu dem Punkte B' auf der negativen x -Achse. U^2 bleibt in Ruhe.

3. Es entsteht ein nach der positiven x -Achse gerichtetes homogenes Schwerfeld, unter dessen Einfluß die Uhr U^1 so lange im Sinne der positiven x -Achse beschleunigt wird, bis sie in dieser Richtung die Geschwindigkeit v erlangt hat, hierauf verschwindet das Schwerfeld wieder. Eine an der Uhr U^2 angreifende in Richtung der negativen x -Achse wirkende äußere Kraft verhindert hierbei, daß U^2 durch das genannte Schwerfeld in Bewegung gerät.

4. U^2 bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit v im Sinne der negativen x -Achse zurück bis in die Nähe von U^1 . U^2 bleibt in Ruhe.

5. Die Uhr U^2 wird durch eine äußere Kraft zur Ruhe gebracht.

4. U^1 bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit v in Richtung der positiven x -Achse bis in die Nähe von U^2 . U^2 bleibt in Ruhe.

5. Es entsteht ein nach der negativen x -Achse gerichtetes Schwerfeld, welches die Uhr U^1 zur Ruhe bringt. Dann verschwindet das Schwerfeld wieder. U^2 wird hierbei durch eine äußere Kraft im Zustand der Ruhe gehalten.

Es ist wohl im Auge zu behalten, daß in der linken und in der rechten Spalte genau der nämliche Vorgang beschrieben ist, nur bezieht sich die Beschreibung links auf das Koordinatensystem K , die Beschreibung rechts auf das Koordinatensystem K' . Gemäß beiden Beschreibungen ist die Uhr U^2 am Ende des betrachteten Prozesses gegenüber der Uhr U^1 um einen bestimmten Betrag zurückgeblieben. Bei Beziehung auf das Koordinatensystem K' erklärt sich dies Verhalten folgendermaßen: Während der Teilprozesse 2 und 4 geht zwar die mit der Geschwindigkeit v bewegte Uhr U^1 langsamer als die ruhende Uhr U^2 . Aber dies Zurückbleiben wird überkompensiert durch einen schnelleren Gang von U^1 während des Teilprozesses 3. Nach der allgemeinen Relativitätstheorie geht nämlich eine Uhr desto schneller, je höher das Gravitations-Potential an dem Orte ist, an dem sie sich befindet, und es befindet sich während des Teilprozesses 3 U^2 tatsächlich an einem Orte höheren Gravitations-Potentials als U^1 . Die Rechnung ergibt, daß dies Vorseilen gerade doppelt so viel ausmacht, als das Zurückbleiben während der Teilprozesse 2 und 4. Durch diese Betrachtung wird das von dir angeführte Paradoxon vollständig aufgeklärt.

Krit.: Ich sehe in der Tat, daß du dich sehr geschickt aus der Schlinge gezogen hast, aber ich müßte lügen, wenn ich mich für vollkommen befriedigt erklärte. Der Stein des Anstoßes ist nicht beseitigt, sondern nur an eine andere Stelle gerückt. Deine Überlegung zeigt mir nämlich nur den Zusammenhang der soeben erörterten Schwierigkeit mit einer andern Schwierigkeit, die ebenfalls schon oft vorgebracht worden ist: Du hast das Paradoxon gelöst, indem du den Einfluß eines relativ zu K' herrschenden Gravitationsfeldes auf die Uhren in Rechnung zogst. Ist aber dieses Gravitationsfeld nicht etwas bloß Fingiertes? Seine Existenz wird doch nur durch die Koordinatenwahl vorgetäuscht. Wirkliche Gravitationsfelder sind doch stets durch Massen erzeugt, und können nicht durch geeignete Koordinatenwahl zum Verschwinden gebracht werden. Wie sollte man glauben können, daß ein bloß fingiertes Feld auf den Gang von Uhren einen Einfluß haben könnte?

Rel.: Zunächst muß ich darauf aufmerksam machen, daß die Unterscheidung real — nichtreal uns wenig fördern kann. In bezug auf K' „existiert“ das Gravitationsfeld in demselben Sinne wie irgendwelcher andere physikalische Gegenstand, der bloß mit bezug auf ein Koordinaten-

system definiert werden kann, trotzdem es in bezug auf das System K nicht vorhanden ist. Hierin liegt keine besondere Merkwürdigkeit, wie man leicht an folgendem, der klassischen Mechanik entnommenen Beispiel erkennt. Niemand zweifelt an der „Realität“ der kinetischen Energie, da man sonst dazu käme, die Realität der Energie überhaupt zu leugnen. Es ist aber klar, daß die kinetische Energie eines Körpers von dem Bewegungszustande des Koordinatensystems abhängig ist; durch passende Wahl des letzteren kann man es offenbar herbeiführen, daß die kinetische Energie der fortschreitenden Bewegung eines Körpers in einem bestimmten Augenblick irgend einen vorgegebenen, positiven Wert oder den Wert Null annimmt. In dem speziellen Fall, daß alle Massen gleich gerichtete und gleich große Geschwindigkeit haben, kann man durch passende Wahl des Koordinatensystems die gesamte kinetische Energie zu Null machen. Die Analogie scheint mir eine vollständige zu sein.

Statt zwischen „real“ und „nichtreal“ wollen wir deutlicher unterscheiden zwischen Größen, welche dem physikalischen System als solchem zukommen (unabhängig von der Wahl des Koordinatensystems) und solchen Größen, welche vom Koordinatensystem abhängen. Das Nächstliegende wäre, zu verlangen, daß die Physik in ihre Gesetze nur Größen der ersteren Art einführen solle. Es hat sich jedoch erwiesen, daß dieser Weg praktisch nicht realisierbar ist, wie schon die Entwicklung der klassischen Mechanik deutlich gezeigt hat. Man könnte z. B. daran denken, und hat auch wirklich versucht, in die Gesetze der klassischen Mechanik statt der Koordinaten nur die Abstände der materiellen Punkte von einander einzuführen; man könnte a priori erwarten, daß auf solche Weise sich das Ziel der Relativitätstheorie am einfachsten erreichen ließe. Die wissenschaftliche Entwicklung aber hat diese Vermutung nicht bestätigt. Sie kann das Koordinatensystem nicht entbehren, muß also in den Koordinaten Größen verwenden, die sich nicht als Ergebnisse von definierbaren Messungen auffassen lassen. Nach der allgemeinen Relativitätstheorie sind die vier Koordinaten des raum-zeitlichen Kontinuums sogar ganz willkürlich wählbare, jeder selbständigen physikalischen Bedeutung ermangelnde Parameter. Ein Teil jener Willkür haftet aber auch denjenigen Größen (Feldkomponenten), an, mit deren Hilfe wir die physikalische Realität beschreiben. Nur gewissen, im allgemeinen ziemlich komplizierten Ausdrücken, die aus Feldkom-

ponenten und Koordinaten gebildet werden, entsprechen vom Koordinatensystem unabhängig meßbare (d. h. reale) Größen. So entspricht beispielsweise den Komponenten des Gravitationsfeldes in einem Raum-Zeitpunkt noch keine von der Koordinatenwahl unabhängige Größe; dem Gravitationsfeld an einer Stelle entspricht also noch nichts „physikalisch Reales“, wohl aber diesem Gravitationsfelde in Verbindung mit anderen Daten. Man kann deshalb weder sagen, das Gravitationsfeld an einer Stelle sei etwas „Reales“, noch es sei etwas „bloß Fiktives“.

In dem Umstand, daß gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie der Zusammenhang zwischen den in den Gleichungen auftretenden Größen und den meßbaren Größen ein viel indirekterer ist als gemäß den gewohnten Theorien, liegt wohl die Hauptschwierigkeit, die sich beim Studium dieser Theorie darbietet. Auch dein letzter Einwand beruht darauf, daß du diesen Umstand nicht konsequent im Auge behalten hast.

Du erklärtest die in dem Uhrenbeispiel herangezogenen Felder auch noch deshalb als bloß fiktive, weil die Kraftlinien wirklicher Gravitationsfelder notwendig von Massen erzeugt sein müßten; beim behandelten Beispiele seien aber keine Massen vorhanden, welche diese Felder erzeugen könnten. Hierauf ist zweierlei zu erwidern. Einmal ist es keine a priori notwendige Forderung, daß sich die der Newtonschen Theorie eigene Auffassung, nach welcher sich jedes Gravitationsfeld als durch Massen erzeugt auffassen läßt, auch in der allgemeinen Relativitätstheorie aufrecht erhalten lasse. Es hängt diese Frage eben wieder mit dem vorhin erwähnten Umstande zusammen, daß die Bedeutung der Feldkomponenten eine viel weniger direkt definierte ist als in der Newtonschen Theorie. Zweitens aber kann nicht behauptet werden, es seien keine Massen vorhanden, denen die Erzeugung des Feldes zugeschrieben werden könnte. Allerdings können als Realursachen für das Feld nicht die beschleunigten Koordinatensysteme herangezogen werden, welche Meinung ein humorvoller Kritiker mir einmal zuschreiben zu müssen glaubte. Aber es können alle Sterne, welche im Weltall sind, als an der Erzeugung des Gravitationsfeldes beteiligt aufgefaßt werden; denn sie sind während der Beschleunigungsphasen des Koordinatensystem K' relativ zu letzterem beschleunigt und können dadurch ein Gravitationsfeld induzieren, ähnlich wie beschleunigt bewegte elektrische Ladungen ein elektrisches Feld induzieren. Angenäherte Integration der Gravitationsgleichungen hat in der Tat ergeben, daß derartige Induktionswirkungen beschleunigt bewegter Massen wirklich auftreten müssen. Aus dieser Überlegung ist klar, daß eine restlose Aufklärung der von dir aufgeworfenen Frage nur dadurch erlangt werden kann, daß man sich über die geometrisch-mechanische Konstitution des Weltganzen eine mit der Theorie vereinbare Vorstellung bildet. Dies habe ich letztes Jahr versucht, und

bin zu einer — wie mir scheint — vollkommen befriedigenden Auffassung gelangt; aber hierauf einzugehen, würde zu weit führen.

Krit.: Nach deinen letzten Ausführungen scheint es mir in der Tat, daß sich aus dem Uhren-Paradoxon innere Widersprüche der Relativitätstheorie nicht deduzieren lassen. Ja, es scheint mir jetzt nicht unwahrscheinlich, daß der Theorie innere Widersprüche überhaupt nicht anhaften, aber daraus folgt noch nicht, daß man die Theorie ernsthaft in Erwägung ziehen müsse. *Ich sehe wirklich nicht ein, warum man um einer gedanklichen Vorliebe willen — nämlich der für die Relativitätsidee — so schauerliche Komplikationen und rechnerische Schwierigkeiten auf sich nehmen müßte.* Daß diese nicht gering sind, hast du in deiner letzten Antwort selbst deutlich genug gezeigt. Wird es z. B. je jemand in den Sinn kommen, von der durch die Relativitätstheorie gebotenen Möglichkeit Gebrauch zu machen, die Bewegungen der Himmelskörper des Sonnensystems auf ein geozentrisches Koordinatensystem zu beziehen, das obendrein an der Drehbewegung der Erde teilnimmt? Wird man wirklich dies Koordinatensystem als „ruhend“ und als gleichberechtigt ansehen dürfen, relativ zu welchem die Fixsterne mit ungeheuren Geschwindigkeiten um die Erde herumsausen? Verstößt solches Beginnen nicht gegen den gesunden Menschenverstand und gegen die Forderung der Ökonomie des Denkens? Ich kann es mir nicht versagen, hier einige drastische Worte zu wiederholen, die *Lenard* neulich über den Gegenstand geäußert hat. Nachdem er die spezielle Relativität besprochen hat, indem er das „bewegte“ Koordinatensystem durch einen fahrenden Eisenbahnzug versinnlicht hat, sagte er: „Man lasse nun den gedachten Eisenbahnzug eine deutlich ungleichförmige Bewegung machen. Wenn hierbei durch Trägheitswirkung alles im Zuge in Trümmer geht, während draußen alles unbeschädigt bleibt, so wird, meine ich, kein gesunder Verstand einen andern Schluß ziehen wollen als den, daß es eben der Zug war, der mit Ruck seine Bewegung geändert hat, nicht die Umgebung. Das verallgemeinerte Relativitätsprinzip verlangt es, seinem einfachen Sinne nach, auch in diesem Falle zuzugeben, daß es möglicherweise doch die Umgebung gewesen sei, welche die Geschwindigkeitsänderung erfahren habe, und daß dann das ganze Unglück im Zuge nur Folge dieses Ruckes der Außenwelt sei, vermittelt durch eine „Gravitationswirkung“ der Außenwelt auf das Innere des Zuges. Für die naheliegende Frage, warum denn der Kirchturm neben dem Zuge nicht umgefallen sei, wenn er mit der Umgebung den Ruck gemacht habe — warum solche Folgen des Rucks so einseitig nur im Zuge sich zeigen, während dennoch kein einseitiger Schluß auf den Sitz der Bewegungsänderung möglich sein solle — hat das Prinzip anscheinend keine den einfachen Verstand befriedigende Antwort.“

Rel.: Aus mehreren Gründen müssen wir die

Komplikationen, in welche uns die Theorie führt, willig auf uns nehmen. Einmal bedeutet es für einen konsequent denkenden Menschen eine große Befriedigung, einzusehen, daß der Begriff der absoluten Bewegung, dem kinematisch kein Sinn zuerkannt werden kann, in die Physik nicht eingeführt zu werden braucht; es kann nicht geleugnet werden, daß das Fundament der Physik durch Vermeidung dieses Begriffes an Folgerichtigkeit gewinnt. Ferner verlangt die Tatsache der Gleichheit der Trägheit und Schwere der Körper gebieterisch nach Aufklärung. Abgesehen davon braucht die Physik eine Methode, um zu der Nahewirkungs-Theorie der Gravitation zu gelangen. Ohne ein wirksam einschränkendes Prinzip konnten sich die Theoretiker an dieses Problem kaum heranwagen, weil *gar viele Theorien* aufgestellt werden könnten, die den ziemlich beschränkten Erfahrungen auf diesem Gebiete gerecht werden. *Embarras de richesse* ist einer der böartigsten Gegner, die dem Theoretiker das Leben sauer machen. Durch das Postulat der Relativität wurden die Möglichkeiten derart eingeschränkt, daß der Weg vorgezeichnet war, den die Theorie gehen mußte. Endlich mußte die säkulare Peribel-Bewegung des Planeten Merkur erklärt werden, deren Existenz von den Astronomen sicher konstatiert war, und deren Erklärung auf dem Boden der Newtonschen Theorie nicht befriedigend gelingen wollte. — Mit der Behauptung der *prinzipiellen* Gleichwertigkeit der Koordinatensysteme ist nicht gesagt, daß jedes Koordinatensystem für die Untersuchung eines bestimmten physikalischen Systems in gleichem Maße *bequem* sei; dies ist schon der Fall bei der klassischen Mechanik. Streng genommen darf man z. B. nicht sagen, die Erde bewege sich in einer Ellipse um die Sonne, weil diese Aussage ja ein Koordinatensystem voraussetzt, in welchem die Sonne ruht, während die klassische Mechanik doch auch Systeme zuläßt, relativ zu welchen die Sonne gradlinig und gleichförmig *bewegt* ist. So wenig es aber jemand in den Sinn kommen wird, sich bei der Untersuchung der Erdbewegung eines Koordinatensystems der letzteren Art zu bedienen, so wenig wird er aus der Betrachtung dieses Beispiels den Schluß ziehen, die Koordinatensysteme, deren Anfangspunkt dauernd im Schwerpunkt des betrachteten mechanischen Systems liegt, seien gegenüber jenen andern Koordinatensystemen prinzipiell bevorzugt. So ist es auch bei dem von dir genannten Beispiel. Niemand wird sich bei Untersuchung des Sonnensystems eines relativ zum Erdkörper ruhenden Koordinatensystems bedienen, weil dies unpraktisch wäre. *Prinzipiell* ist aber ein solches Koordinatensystem nach der allgemeinen Relativitätstheorie durchaus gleichberechtigt mit jedem anderen. Der Umstand, daß die Fixsterne mit ungeheuren Geschwindigkeiten umlaufen, wenn man ein solches Koordinatensystem der Betrachtung zugrunde legt, bedeutet kein Argument gegen die *Zulässigkeit*, sondern lediglich gegen die Zweck-

mäßigkeit dieser Koordinatenwahl, ebenso wenig der komplizierte Bau des relativ zu diesem Koordinatensystem herrschenden Gravitationsfeldes, welches z. B. auch den Zentrifugalkräften entsprechende Komponenten hätte. Ähnlich verhält es sich mit Herrn *Lenards* Beispiel. Man darf im Sinne der Relativitätstheorie den Fall nicht in dem Sinne auffassen, „daß es *möglicherweise* doch die Umgebung (des Zuges) gewesen sei, welche die Geschwindigkeitsänderung erfahren habe“. Es handelt sich nicht um zwei verschiedene, einander ausschließende Hypothesen über den Sitz der Bewegung, sondern vielmehr um zwei prinzipiell gleichwertige Arten, denselben Sachverhalt darzustellen¹⁾. Welche Darstellung man zu wählen hat, darüber können nur Zweckmäßigkeitsgründe, aber nicht Argumente prinzipieller Art entscheidend sein. Wie wenig es aber angezeigt ist, in solchen Dingen den sogenannten „gesunden Verstand“ als Schiedsrichter anzurufen, zeigt folgendes Gegenbeispiel. *Lenard* selbst sagt, es hätten sich gegen die Gültigkeit des *speziellen* Relativitätsprinzips (d. h. des Relativitätsprinzips bezüglich gleichförmiger Translationsbewegung der Koordinatensysteme) bisher keine zutreffenden Einwände erheben lassen. Der gleichmäßig fahrende Zug könne ebensogut als „*ruhend*“, das Geleise samt der ganzen Gegend als „gleichförmig bewegt“ angesehen werden. Wird dies der „gesunde Verstand“ des Lokomotiv-Führers zulassen? Er wird einwenden, daß er doch nicht die *Gegend* unausgesetzt heizen und schmieren müsse, sondern die Lokomotive, und daß es dementsprechend die letztere sein müsse, in deren Bewegung sich die Wirkung seiner Arbeit zeige.

Krit.: Nach diesem Gespräch muß ich doch zugeben, daß die Widerlegung eurer Auffassung nicht so einfach ist, als es mir früher erschien. Wohl habe ich noch manche Einwände in petto. Aber ich will dich damit nicht behelligen, bevor ich unser heutiges Gespräch genau durchdacht habe. Bevor wir scheiden, noch eine Frage, die keinen Einwand betrifft, sondern die ich aus reiner Neugierde stelle: Wie steht es denn jetzt mit dem kranken Mann der theoretischen Physik, dem Äther, den manche von euch als endgültig tot erklärt haben?

Rel.: Ein wechselvolles Schicksal hat er hinter sich, und man kann durchaus nicht sagen, daß er nun tot sei. Vor *Lorentz* existierte er als alles durchdringende Flüssigkeit, als gasähnliche Flüssigkeit und sonst noch in den verschiedensten Daseinsformen, verschieden von Autor zu Autor. Mit *Lorentz* wurde er starr und verkörperte das

¹⁾ Daß der Turm nicht umfällt, kommt gemäß der zweiten Darstellungsweise daher, daß dieser samt dem Boden und der ganzen Erde in einem (während des Ruckes vorhandenen) Gravitationsfelde *frei fällt*, während der Zug durch äußere Kräfte (Bremskräfte) am freien Fall verhindert wird. Ein frei fallender Körper verhält sich bezüglich der inneren Vorgänge wie ein allen äußeren Einflüssen entzogener, frei schwebender Körper.

„ruhende“ Koordinatensystem bzw. einen bevorzugten Bewegungszustand in der Welt. Gemäß der speziellen Relativitätstheorie gab es keinen bevorzugten Bewegungszustand mehr; dies bedeutete Leugnung des Äthers im Sinne der früheren Theorien. Denn gab es einen Äther, so mußte er in jedem Raum-Zeitpunkt einen bestimmten Bewegungszustand haben, der in der Optik eine Rolle spielen mußte. Einen solchen bevorzugten Bewegungszustand aber gibt es nicht, wie die spezielle Relativitätstheorie lehrte, und darum gibt es auch keinen Äther im alten Sinne. Auch die allgemeine Relativitätstheorie kennt keinen bevorzugten Bewegungszustand in einem Punkte, den man etwa als Geschwindigkeit eines Äthers interpretieren könnte. Während aber nach der speziellen Relativitätstheorie ein Raumteil ohne Materie und ohne elektromagnetisches Feld als schlechthin leer, d. h. durch keinerlei physikalische Größen charakterisiert erscheint, hat nach der allgemeinen Relativitätstheorie auch der in diesem Sinne leere Raum physikalische Qualitäten, welche durch die Komponenten des Gravitationspotentials mathematisch charakterisiert sind, welcher das metrische Verhalten dieses Raumteils sowie dessen Gravitationsfeld bestimmen. Man kann diesen Sachverhalt sehr wohl so auffassen, daß man von einem Äther spricht, dessen Zustand von Punkt zu Punkt stetig variiert. Nur muß man sich davor hüten, diesem „Äther“ stoffähnliche Eigenschaften (z. B. an jeder Stelle eine bestimmte Geschwindigkeit) zuzuschreiben.

Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie.

(24.—26. September 1918.)

Von Dr. B. Harms, Berlin.

Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie hielt vom 24.—26. September 1918 in München ihre erste Kriegstagung (die zweite Versammlung seit der im Jahre 1914 erfolgten Gründung) unter zahlreicher Beteiligung aus allen Teilen des Reiches ab. Von Behörden und Korporationen hatten u. a. Vertreter entsandt: das Kgl. Bayerische Ministerium des Innern, das Kgl. Bayerische Kultusministerium, das Kgl. Preussische und das Kgl. Bayerische Kriegsministerium, die stellvertretenden Generalkommandos der drei Bayerischen Armeekorps, das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie in Berlin-Dahlem, die Deutsche Zoologische Gesellschaft, der Verein Deutscher Chemiker. Zu Ehrenmitgliedern wurden durch einstimmigen Beschluß ernannt: Prof. Dr. L. Reh, Hamburg, und Reichsrat Ritter Franz v. Bühl, Deidesheim.

Nachdem am 24. eine Vorstandssitzung vorausgegangen war, begannen am 25. in der Universität die eigentlichen Verhandlungen mit einer Begrüßungsansprache des Vorsitzenden Professor Escherich, München, in der er über die Tätigkeit

der Gesellschaft im Kriege und die bei der Schädlingsbekämpfung erzielten Erfolge der angewandten Entomologie berichtete. Gerade der Krieg hat diesen Zweig der zoologischen Wissenschaft zu einem großen Aufschwung verholfen, indem es galt, sowohl der aus dem Osten drohenden Läusegefahr Herr zu werden, als auch die wirtschaftlich wichtigen Schädlinge wirksam zu bekämpfen. In beider Hinsicht ist Großes geleistet worden, wofür die bei der Bekämpfung der Läuse, der Mehlmotten, der Rebenschädlinge, der Heuschreckeplage in der Türkei erzielten Erfolge sprechen. Sie zeigen aber auch, wie wichtig es ist, die in Deutschland bisher so arg vernachlässigte Wissenschaft auszubauen und zu der ihr gebührenden Geltung zu bringen. Dies ist die vornehmliche Aufgabe der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie“, die, wie aus dem anschließenden Bericht des Schriftführers Dr. Stellwaag-Neustadt a. d. Hardt, hervorging, zurzeit 174 Mitglieder zählt.

Im Anschluß an seine Ausführungen hielt dann Prof. Escherich den ersten Vortrag über „Das neue Forschungsinstitut zur Bekämpfung tierischer Schädlinge (angewandte Zoologie)“, das auf dem Wege der Stiftungen, die bisher den Betrag von einer halben Million Mark ergeben haben, in München-Nymphenburg errichtet werden soll. Das neue Forschungsinstitut, dessen Notwendigkeit allgemein anerkannt ist, soll mehrere Hauptabteilungen umfassen. Zunächst sollen die Abteilungen für forstliche und landwirtschaftliche Schädlinge ausgebaut werden, später sollen hinzukommen eine Abteilung für die Schädlinge der Menschen und Tiere, für die der Industrie und des Handels, sowie eine bakteriologisch-mykologische und eine chemische Abteilung. Um die Schädlinge an Ort und Stelle zu studieren und die Bekämpfungsmaßnahmen auszuprobieren, sollen in Verbindung mit dem Hauptinstitut stehende Feldlaboratorien errichtet werden. So sind zuvörderst in Aussicht genommen eine Station für Forstschädlinge in Bienwaldt (Rheinpfalz) und eine zweite zum Studium der Obst- und Weinbauschädlinge in Neustadt a. d. Hdt. Es muß zunächst die Entwicklung des Schädlings eingehend studiert werden, der Einfluß der klimatischen und Bodenverhältnisse auf ihn, seine natürlichen Feinde, die Einwirkung von Giften, unter denen den giftigen Gasen eine besondere Aufmerksamkeit wird geschenkt werden müssen.

Eine weitere Aufgabe des Instituts ist dann die Ausbildung tüchtiger angewandter Entomologen, zu diesem Zwecke wird man eine Reihe von Arbeitsplätzen, ähnlich wie bei den zoologischen Stationen in Rovigno und in Neapel, schaffen müssen.

Ferner muß dafür gesorgt werden, daß die Bekämpfungsmaßregeln in die Praxis allgemein eingeführt werden, was jedoch nicht Aufgabe des Forschungs-Institutes ist. Den zuständigen Ministerien müssen sachkundige Referenten beige-

geben werden, und es müssen Stellen für staatliche Schädlinge-Inspektoren errichtet werden, deren Aufgabe es ist, die interessierten Kreise unter Hinzuziehung der Presse über drohende oder bestehende Schäden aufzuklären und die geeigneten Bekämpfungsmaßnahmen einzuleiten. Eine ausreichende Verbreitung von entsprechenden Kenntnissen im Volke wird aber nur erreicht werden, wenn die Belehrung über Schädlinge bereits in der Schule beginnt. Im Naturkundeunterricht muß weit mehr als bisher die praktische Seite betont werden; Ausflüge zur Besichtigung von angerichteten Schäden werden weit mehr Eindruck hinterlassen als theoretische Belehrungen im Klassenzimmer. Um aber den Unterricht in diesem Sinne erteilen zu können, müssen die Lehrer entsprechend vorgebildet werden, deshalb muß die Schädlingskunde in den Lehrerseminaren weit mehr als bisher gepflegt werden. Werden so die wissenschaftlichen Ergebnisse der entomologischen Forschung auf breiter Grundlage in der Praxis verwendet, dann wird der Kampf gegen die Schadinsekten zum Wohle der deutschen Volkswirtschaft von der erstrebten Wirksamkeit sein.

Den zweiten Vortrag hielt Dr. Stellwaag-Neustadt a. d. Hdt. über „Die Verwendung von Blausäure zur Bekämpfung der Rebenschädlinge“. In Erkenntnis des ungeheuren Schadens, den der Heu- und Sauerwurm dem deutschen Weinbau zufügt (in der Pfalz allein beträgt der Schaden jährlich drei bis vier Millionen Mark), hat man vor zwei Jahren begonnen, die Rebenschädlinge mit Blausäure zu bekämpfen. Die Versuche mit gasförmiger Blausäure ergaben jedoch so verschiedene Resultate, daß ihre Verwendung nicht in Betracht kommt. Eine Vergasung im freien Felde nach Art der Gasangriffe im Felde führte wegen der großen Flüchtigkeit des Gases zu keinem Ergebnis; bessere Resultate erhielt man, wenn die Rebstöcke mit Zeltplanen bedeckt und dann vergast wurden, doch kommt als Anwendungszeit nur der Winter in Betracht. Als erfolgreichste Methode ergab sich die Verwendung wässriger Blausäurelösungen, mit denen die Rebstöcke bespritzt wurden; nur so konnte eine vollkommene Abtötung der Schädlinge erzielt werden.

In der Nachmittagssitzung berichtete dann Prof. Heymons-Berlin über die „Bekämpfung der Mühlen- und Speicherschädlinge im Kriege“. Eine furchtbare Plage in den Mühlen bilden die von den Müllern „weiße Würmer“ genannten Larven der Mehlmotte *Ephestia kuehniella* Zeller, durch welche jährlich 10—15 000 Doppelzentner Mehl verloren gehen. Sie bewirken keine direkte Schädigung des Mehls, sondern führen vielmehr zu einer fortwährenden Störung und Belästigung des Betriebes dadurch, daß die Mottengespinste sich überall in den Maschinen festsetzen. Welche Bedeutung die Mühlenbesitzer schon immer den Schädlingen, durch welche ein jährlicher Gesamtschaden von etwa einer Million Mark in Deutsch-

land verursacht wird, beimessen, kann daraus ersehen werden, daß in einzelnen Mühlen Leute als besondere Mottenfänger angestellt sind. Die bisherige wenig wirksame Bekämpfungsmethode durch Ausschweifeln ist jetzt durch das Durchgasen mittels Blausäure ersetzt, welches Verfahren erstmalig im Februar 1917 bei einer Mühle in Heidingsfeld bei Würzburg angewendet wurde. Bald folgten weitere Mühlen; doch sind nur solche Mühlen für das Verfahren geeignet, die eine dichte Bauart besitzen. Von der Anwendung eines besonderen Gasentwicklungsapparates (Cyanator) ist man jetzt abgekommen, sondern entwickelt das Gas durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Cyannatrium in hölzernen Bottichen, auf deren richtige Verteilung im Innern der Mühle viel in bezug auf den Erfolg ankommt. Da das Gas in das Innere gefüllter Mehlsäcke nicht einzudringen vermag, so schichtet man das Mehl in losen Haufen auf, welche die Blausäure in einer Tiefe von 20 bis 25 cm durchdringt; mehr empfiehlt sich noch, die Mühle eine Zeitlang vor der Vergasung leer laufen zu lassen. Wenn alle Vorbereitungen sorgfältig getroffen worden sind, ist der Erfolg ein geradezu überraschender. Die Motten sind restlos vernichtet, und vergaste Mühlen bleiben für längere Zeit (mehrere Jahre) mottenfrei. Da die Einschleppung der Motten am häufigsten durch gebrauchte alte Mehlsäcke, die von Mühle zu Mühle gelangen, geschieht, so müssen diese Säcke besonders genau desinfiziert werden. Auch andere Mülenschädlinge werden durch das Verfahren beseitigt; viel widerstandsfähiger als Motten sind Käfer, von denen sich besonders Mehlkäfer und deren Larven vorfinden, doch ist ihre Vernichtung vom praktischen Gesichtspunkte aus gleichgültig, da sie als Schädlinge nur eine geringe Rolle spielen. Besonders empfindlich gegen Blausäure sind Warmblütler, und so werden Ratten, Mäuse u. a. sehr schnell durch das Blausäureverfahren abgetötet. Da deshalb auch Menschen sehr gefährdet sind, so kann eine solche Vergasung nur von besonders ausgebildetem Personal vorgenommen werden. Die Bedienungsmannschaften sind durch ein besonderes Blausäureschutzgerät vor einer giftigen Einwirkung sicher gestellt und können sich ungefährdet in einer unter Gas stehenden Mühle aufhalten. Als ausreichende Einwirkungsdauer hat sich eine Zeit von 12 Stunden ergeben, worauf eine genügende Entlüftung der Mühle zu erfolgen hat. Bis zum 1. August 1918 sind in Deutschland mit Ausnahme von Bayern 143 Mühlen vergast worden, welche zusammen einen Rauminhalt von etwa 1 200 000 cbm darstellen, und zwar 22 Großmühlen, 87 Mittelmühlen, 34 Kleinmühlen (solche bis zu einer täglichen Leistung von 10 Tonnen). Von den vorhandenen Großmühlen Deutschlands sind dies 32 %, von den Mittelmühlen 19 %, von den Kleinmühlen 1 %, doch ist zu beachten, daß die Kleinmühlen die Hauptmasse des Getreides vermahlen (in Friedenszeiten 54 % des Gesamtgetreides gegenüber 16 % der Großmühlen und 30 %

der Mittelmühlen). Interessant ist, daß in den Windmühlen wegen den verhältnismäßig niedrigen Temperaturen, die während eines großen Teiles des Jahres in ihnen bestehen, die Mehlmotten keine besondere Rolle spielen; man findet in ihnen vorzugsweise Kornmotten *Tinea granella* und Mehlkäfer *Tenebrio molitor*. Die Kosten einer Durchgasung sind für 100 cbm Raum etwa für 9—10 Mark an Chemikalien, dazu kommen die Preise für die Herbeischaffung und die Löhne der Bedienungsleute, so daß sich die Vergasung einer Mühle von 2400 Raummeter auf etwa 944 Mark stellt. Diese verhältnismäßig hohen Kosten sind das Haupthindernis, daß das Blausäureverfahren bisher noch nicht in größerem Umfange eingeführt ist. Eine Verbilligung hat man dadurch herbeizuführen versucht, daß man mehrere zusammenliegende Mühlen in Vergasungszyklen vorgenommen hat, wodurch sich der Preis für 100 cbm Raum auf 15 bis 20 Mark ermäßigte; auch hat die Reichsgetreidestelle bisweilen einen Teil der Kosten bei den von ihr beschäftigten Mühlen übernommen.

Eine Ergänzung zu diesen Ausführungen bildete der Vortrag von Dr. Frickhinger-München über „Die Organisation zur Bekämpfung der Mühlen-schädlinge“. Zur Ausgestaltung der Gasbekämpfung der Schädlinge wurde im Februar 1917 in Berlin im Anschluß an das Kgl. Preuß. Kriegsministerium der „Technische Ausschuß für Schädlingsbekämpfung“ (kurz „Tasch“ genannt) gegründet, dem Vertreter der Wissenschaft, verschiedener Reichsämter, ziviler und militärischer Behörden angehören. Bis zum April 1918 wurden im ganzen über 900 000 cbm Raum vergast, eine Zahl, die in der Folgezeit beträchtlich angewachsen ist. In Bayern besteht eine eigene Organisation, und zwar bei jedem der drei stellv. Generalkommandos eine selbständige Stelle. Während im Kriege die Vergasung aus verschiedenen Gründen vom Militär durch besondere Vergasungstrupps vorgenommen wird, sollen im Frieden an ihre Stelle die staatlichen Desinfektoren treten.

Sodann sprach Prof. Flury-Berlin über „Die Tätigkeit des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem im Dienste der Schädlingsbekämpfung“. Das Institut hat unter Leitung von Fritz Haber nicht nur Hervorragendes hinsichtlich der Ausgestaltung des Gaskampfes im Felde geleistet, sondern auch zahlreiche Forschungen in bezug auf die Gasbekämpfung der Schädlinge ausgeführt. Die erste Stelle nimmt hierbei die Blausäure ein, doch ist sie wegen einer Reihe von Schattenseiten nicht als das Gas der Zukunft anzusprechen. Besonders gilt, dies wegen ihrer Schädlichkeit für den Organismus warmblütiger Tiere und des Menschen, weswegen man sie für die Gasbekämpfung der Pferderäude nicht verwenden konnte; an ihre Stelle ist nach Nöller das Schwefeldioxyd getreten, das nicht so leicht durch die Haut diffundiert. Auch hinsichtlich der Gift-

tigkeit auf Insekten wird die Blausäure von neuartigen Substanzen, vorzugsweise flüchtigen organischen Arsen-Verbindungen übertroffen. Ein Zukunftsproblem ist ferner die Verbesserung der Methodik bei der Anwendung giftiger Gase. So ist die Blausäureentwicklung in hölzernen Bottichen, wie sie heute ausgeübt wird, zu primitiv und z. B. bei der Marine nicht anwendbar. Auch die Frage der Abdichtung muß noch genauer erforscht werden. Für die weitere Ausgestaltung der Schädlingsbekämpfung durch Gase wird das Zusammenarbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts mit Vertretern der angewandten Entomologie, besonders mit dem zu gründenden Forschungsinstitut, von großem Vorteil sein.

Der zweite Tag der Verhandlungen, der besonders Fragen aus dem Gebiet der medizinischen Entomologie gewidmet war, wurde eingeleitet durch einen Vortrag von Dr. Fullmek-Wien über „Die Arsenfrage im Pflanzenschutz“.

Im Gegensatz zu Deutschland werden im Auslande Arsenverbindungen zum Abtöten von pflanzlichen Schädlingen viel gebraucht, indem Pflanzenkulturen mit Lösungen von Arsensalzen bespritzt werden. Auch in Oesterreich sind sie jetzt in weitem Maße an Stelle der nicht mehr zu beschaffenden Insektiziden, Karbolsäure, Kresole u. a. getreten, doch sind sie nur für eine bestimmte Gruppe von Insekten als Gegengifte wirksam, nämlich für die, welche die oberflächlichen Teile der Pflanzen fressen. Am besten haben sich die wasserlöslichen Arsenverbindungen bewährt, weil ihre laubschädigende Wirkung sehr gering ist. Hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit der verwendeten Arsenpräparate kommen vorzugsweise Verbindungen der arsenigen Säure mit Kalium, Natrium, Kalzium, Zink, Kupfer und Blei in Betracht; die bekanntesten Arsenmittel in Europa sind die Arsen-Kupferverbindungen (Schweinfurter Grün).

Neben der sicheren insektentötenden Eigenschaft ist ein weiterer Vorteil der Arsenmittel ihre langvorhaltende Wirkung, und zwar schwindet die Wirksamkeit um so schneller, je leichter sie in Wasser löslich sind, auch steigt umsomehr die Schädlichkeit für die Pflanzen. Die beobachteten Pflanzenschäden sind entweder akute Verätzungen oder chronisch schleichende Vergiftungen, und zwar sind im allgemeinen die Arsenite (Salze der arsenigen Säure H_3AsO_3) für grüne Pflanzenteile gefährlicher als die Arsenate (Salze der Arsen-säure H_3AsO_4). Die Vergiftungen können durch Wunden im oberen Pflanzenteil oder durch Aufnahme des durch Regen oder sonstwie in den Erdboden gespülten Giftes durch die Wurzeln erfolgen.

Der allerstrittigste Punkt in der Arsenfrage sind jedoch die hygienischen Bedenken, die für die geringe Anwendung der Arsenmittel in Deutschland ausschlaggebend sind. Schädliche Folgen für die menschliche Ernährung sind je-

doch, wie in der Diskussion betont wurde, durch die Arsenbehandlung der Pflanzen nicht zu befürchten, denn von der Badischen Anilin- und Sodafabrik vorgenommene Untersuchungen haben gezeigt, daß jedes Nahrungsmittel, wie auch die Luft und das Wasser, Arsen, wenn auch nur in geringen Spuren, enthält. Versuche mit Arsenpräparaten zur Bekämpfung von Pflanzenschädlingen sind in Deutschland nicht unterblieben. So wurden, wie Dr. *Stellwaag*-Neustadt a. d. Hdt. ergänzend bemerkte, in der Pfalz zuletzt 2000 Hektoliter Arsenspritzflüssigkeit verwendet. Ein gewisser Erfolg konnte, wie auch von anderer Seite berichtet wurde, festgestellt werden, doch sollen die Versuche mit Arsen im nächsten Jahre im bayerischen Weinbaugebiet in größerem Umfange fortgesetzt werden.

Es folgen nun eine Reihe von Vorträgen aus dem Gebiet der medizinischen Entomologie, als erster der von Prof. *Hase-Jena* über „*Blausäure als Mittel zur Bekämpfung der Läuse, Wanzen und anderer Parasiten*“. Was zunächst die *Wanzenbekämpfung* betrifft, so fanden 1916 die ersten dementsprechenden Versuche mit Blausäure statt. Es wurden zunächst Baracken und Gebäude von ähnlich leichter Bauart vorgenommen, bei denen eine Abdichtung durch von außen aufgetragenen Lehm erzielt wurde. Die Entwanzung mit Blausäure, die man 18–24 Stunden einwirken ließ, hat sich sehr bewährt. Nach neueren Untersuchungen genügt schon eine Einwirkungszeit von 2–4 Stunden bei einer Konzentration von 1 Volumenprozent, um die Wanzen abzutöten. Schwierig ist es oft, die nötige Entlüftung zu erzielen, wobei man evtl. eine Zugluft durch Verbrennen von Papier herbeiführen muß. Niemals jedoch darf man Blausäure einwirken lassen in Räumen mit nassen Fußböden und Wänden, da nasse Oberflächen das Gas leicht absorbieren. Wie immer bei Anwendung der Blausäure, so ist auch bei der Entwanzung durch sie größte Vorsicht geboten, namentlich dann, wenn es sich um bewohnte Räume handelt. Vielleicht würde sich in diesem Falle schweflige Säure mehr empfehlen, doch werden Metalle und andere Gegenstände durch sie leicht angegriffen, während Blausäure in dieser Hinsicht völlig unschädlich ist. Selbst Nahrungsmittel, wie Brot und Kartoffeln, leiden nicht durch sie in ihrer Verwendbarkeit, doch empfiehlt es sich, wenn man besondere Vorsicht walten lassen will, diese Gegenstände vor der Durchgasung aus den Räumen zu entfernen.

Bei der *Läusebekämpfung* glaubte man zuerst mit Hilfe prophylaktischer Mittel auszukommen, was sich jedoch als trügerisch erwies. Alle noch so sehr empfohlenen derartigen Mittel haben vollkommen versagt. Dann wurden große Sanierungsanstalten geschaffen, wo man mit allgemein gebräuchlichen Desinfektionsmaßnahmen (Wasserdampf) vorging; doch beanspruchte dieses Verfahren gewisse Apparaturen und führte zumal bei

öfterer Anwendung zu einer Schädigung der behandelten Sachen. Für bestimmte Gegenstände, wie Pelzwerke, Ledersachen, war es überhaupt nicht anwendbar; diese wurden in Heißluftöfen entlaust. Auch Anstalten mit bewegter heißer Luft wurden geschaffen, hatten aber auch keinen besonderen Erfolg. Wegen aller dieser Nachteile ist man auf das Blausäureverfahren gekommen, das nur versagt, wenn eine allzufeste Packung der Sachen vorliegt. Von besonderer Wichtigkeit war hier die Frage der Abdichtung und Entlüftung, um eine Schädigung der Bedienungsmannschaften, die sich mit der Zeit durch Kratzen im Hals, beizendes Gefühl in den Augen kundgibt, zu verhüten. Auch bereitete eine weitere Schwierigkeit die Frage, wie man sich mit nassen Sachen verhalten soll. Hierin müssen noch weitere Versuche zu Verbesserungen führen, welche auch in technischer Hinsicht (Klagen über wechselnde Beschaffenheit der zur Entwicklung des Gases nötigen Schwefelsäure) vielfach vonnöten sind. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das Blausäureverfahren unter besonderen Bedingungen (trockene Sachen, lockere Packung, gute Entlüftung) zur Entlausung sehr geeignet ist. Läßt es sich durchaus nicht anwenden, z. B. bei bewohnten Häusern, so käme noch das Verfahren der Aus-hungerung in Betracht. Hier hat sich ergeben, daß ein Haus 39 Tage leerstehen muß, damit alle Läuseeier und fertigen Läuse abgetötet sind.

Ein weiteres Problem ist die Bekämpfung der Kopfläuse und der Läuse an anderen behaarten Körperstellen; hier bietet sich der Chemie ein weiteres Betätigungsfeld.

Auch bei der *Bekämpfung der Fliegen- und Mückenplage* wurde die Anwendung der Blausäure von *Teichmann* empfohlen, doch vermag *Hase* diesen Vorschlägen nicht beizustimmen, da das Übergießen von Misthaufen usw. mit Cyan-natrium-Lösung doch zu Vergiftungen der Allgemeinheit führen könnte. In der Diskussion, in der über anderweitige Erfolge bei der Parasitenbekämpfung mit Blausäure berichtet wurde, wurde betont, daß Lebensmittel, die gekocht, gebraten oder verbacken werden, unbedenklich in durchgasteten Räumen liegen bleiben könnten. Als ein Gegenmittel bei Blausäurevergiftung wurde Natriumthiosulfat empfohlen.

Den nächsten Vortrag hielt Dr. *Teichmann-Frankfurt a. M.* über „*Dipteren als wirtschaftliche und hygienische Schädlinge*“. Die Dipteren, die als Schädlinge des Menschen betrachtet werden müssen, kann man in zwei Gruppen einteilen: 1. solche, die zur Verbreitung und Entstehung von Krankheiten beitragen und 2. solche, die den Menschen wirtschaftlich schädigen. Zur ersten Gruppe gehören die durch ihren Stich übertragend wirkenden *Culex*- und *Anopheles*-Arten, z. B. *Culex fasciatus*, der Überträger des Gelbfiebers, und die über hundert Arten der Gattung *Anopheles*, welche die Malaria übertragen. Ferner gehören hierhin die Gattungen *Stomoxys*, *Glossina*

und andere. Auch die als Krankheitsüberträger mittelbar tätigen Dungfliegen, die kleine Stubenfliege, die Schmeiß-, Gold- und Stallfliegen, müssen wir zur ersteren Gruppe rechnen. Den Nutztieren des Menschen werden die Dasselfliegen (Oestriden) insofern schädlich, als ihre Larven Schmarotzer der inneren Organe sind.

Die zweite Gruppe, die den Menschen wirtschaftlich schädigenden Zweiflügler, ist von geringerer Wichtigkeit, da der an Nutzpflanzen angerichtete Schaden gering ist. So legt eine Vertreterin dieser Gruppe ihre Eier in wachsendes Getreide, die ausgeschlüpfte Larve entzieht der Pflanze so viel Nahrung, daß sie nicht mehr die Kraft zum weiteren Wachstum besitzt und abstirbt.

An Mitteln gegen die Schaddipteren stehen uns nur wenige zur Verfügung. Die Bekämpfung der Mücken muß besonders während der Ruheperiode der befruchteten Weibchen einsetzen.

Sodann sprach Dr. Harms-Berlin über „Die Larven der Flöhe als Träger von Krankheitserregern“. In neuerer Zeit hat man sowohl aus den fertigen Flöhen als auch aus den Larven Parasiten beschrieben, die teilweise als harmlose Insektenparasiten, teilweise als übertragbare Krankheitserreger für Menschen und Tiere anzusprechen sind. Dabei kommt auch den ersteren insofern eine Bedeutung zu, als sie leicht zu Fehlerquellen und Überschätzungen Anlaß geben können, wie dies z. B. bei der Kalaazar geschehen ist. Die Parasiten gehören zumeist dem Stamm der Protozoen an, doch sind auch Vertreter höherer Tierstämme, z. B. die ersten Entwicklungsstadien unseres häufigsten Hundebandwurms *Dipylidium caninum*, in Flohlarven gefunden worden. Für viele dieser Protozoen, namentlich gilt dies für die Flagellaten, sind die Flohlarven als die eigentlichen Wirte anzusprechen, während die Formen, die man in den fertigen Flöhen findet, nur als Überbleibsel (Residualformen) einer im Larvenstadium erworbenen Infektion anzusehen sind. In angewandter entomologischer Hinsicht besonders interessant ist das Auffinden einer *Nosema*-Art (*Nosema pulicis* Nöller) im Hundefloh, von der jedoch noch nicht feststeht, ob sie als Feind und Krankheitserreger der Flöhe eine ähnliche Rolle spielt wie *Nosema bombycis* für den Seidenspinner (Erreger der Fleckenkrankheit der Raupen) oder *Nosema apis* Zander für die Bienen (Erreger der sogenannten Ruhr).

Die Parasiten, die sich fast ausnahmslos in dem Darm der Larven vorfinden, gelangen auf dem Wege der Nahrung in dieselbe. Auch Bakterien können so von der Larve aufgenommen werden. Experimentell konnte von Bacot eine Infektion mit *Bacillus pyocyaneus*, *B. enteritidis* (Gärtner), *Staphylococcus albus* und *St. aureus* erzielt werden, dagegen gelang dies nicht beim *B. violaceus*. Auch der *B. pestis* findet im Darm der Flohlarven ganz im Gegensatz zu seiner starken Vermehrung im Magen des fertigen Flohs kein Fortkommen, was wohl auf irgendwelche

entwicklungshemmende Eigentümlichkeiten des Darms der Larve erklärt wird. Eine besondere Wichtigkeit für die Übertragung von Krankheitserregern kommt dem Blut der Wirtstiere zu, das entweder von diesen selbst stammt oder von den Flöhen bei der Defäkation ausgeschieden wird, immer aber von den Larven mit besonderer Vorliebe zu sich genommen wird. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, daß Parasiten von dem Wirtstier in die Imago und von dieser in die Larve gelangen, wo eine Vermehrung und Weiterentwicklung vor sich gehen kann.

Auch bei der Bekämpfung der Flohplage müssen wir den Larven- und anderen Entwicklungsstadien der Flöhe unsere Aufmerksamkeit zuwenden, da wir ihnen leicht mit Blausäure beikommen können. Zur Entfernung der Parasiten vom lebenden Warmblütler eignet sich dieses Gas wegen seiner großen Giftwirkung auf höhere Tiere jedoch nicht; an ihre Stelle muß dann das Schwefeldioxyd treten, das bei der Bekämpfung der Krätzemilben sich so ausgezeichnet bewährt hat.

Die Schlußsitzung begann mit einem kurzen Vortrag von Dr. Schlüter-Halle a. S. über „Die Schädlingstafeln der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie“. Zur Verbreitung der Kenntnisse über die tierischen Schädlinge und zur Aufklärung weiterer Volkskreise werden von der Gesellschaft Schädlingstafeln, verbunden mit Merkblättern in 6 verschiedenen Serien herausgegeben. Diese umfassen 1. Schädlinge des Menschen und der Haustiere (Prof. Hase), 2. Haus- und Speicherschädlinge (Prof. Heymons), 3. Obst- und Weinbauschädlinge (Dr. Stellwaag), 4. Gemüseschädlinge (Prof. Escherich), 5. Feldfruchtschädlinge (Prof. Heymons), 6. Forstschädlinge (Prof. Escherich). Erschienen sind bis jetzt Tafeln über die Kleiderlaus, die Bettwanze von Prof. Hase, die Stechmücke, die Mehlmotte, die Bekämpfung der Fliegenplage von Dr. Winter. Die Tafeln, die in natürlichen Farben nach der bestmöglichen Reproduktionstechnik hergestellt werden, stellen das Vollkommenste dar, was bisher an biologischen Wandtafeln geleistet wurde.

Sodann verbreitete sich Dr. Prell-Tübingen in seinem Vortrage „*Anopheles und die Malaria in Deutschland*“ über die Gefahr einer Malariaeinschleppung in unsere Heimat.

Von den beiden Arten der Seuchenübertragung durch Insekten, der fakultativen, d. h. der gelegentlichen und rein mechanischen, zu der Zwischenwirte nicht unbedingt nötig sind, wie sie für Typhus und andere bakterielle Krankheiten in Betracht kommt, und der obligatorischen, d. h. der unbedingt durch Zwischenwirte veranlaßt, welche bei der Malaria und anderen Protozoenkrankheiten vorliegt, interessiert besonders die letztere den Entomologen, weil hier die Möglichkeit besteht, durch Bekämpfung des Insekts indirekt der Krankheit zu Leibe zu gehen. Bei der Bedeutung, welche die Malaria als Kriegsseuche erlangt hat, steht diese jetzt im Brennpunkt des Interesses, weil die

Gefahr ihrer Einschleppung das deutsche Heimatgebiet bedroht.

Die *Naturgeschichte der Malariaerreger*, denn es handelt sich ja um drei Arten, ist seit ihrer Entdeckung 1880 größtenteils aufgeklärt. Die Notwendigkeit der Übertragung durch Stechmücken beruht darauf, daß in diesen ein wichtiger Teil der Entwicklung der Plasmodien, der Geschlechtsvorgang, stattfindet. Die Temperatur spielt hierbei eine ganz erhebliche Rolle. Da nur Stechmücken der Gruppe der Anophelinen als Wirte für Malariaplasmodien in Betracht kommen, ist auch die Kenntnis der *Biologie von Anopheles* überaus wichtig. Im wesentlichen sind wir auch hierüber zu befriedigenden Resultaten gelangt.

Unter *Malariapegel* kann man die Resultante aller der Faktoren verstehen, welche für die Entwicklung der Plasmodien und der Anophelen als auch für die Malariaübertragung maßgebend sind und daher den Malariastand bestimmen. Verschiebungen darin können dadurch erfolgen, daß man diese Faktoren künstlich herabsetzt, was einmal geschehen kann durch gründliche Behandlung und womögliche Heilung der Malariakranken (*Koch*), als auch durch Bekämpfung der Schnaken (*Roß*) oder nur ihrer Verhinderung an der Infektion. Die Zahl der hierfür in Betracht kommenden Methoden ist recht beträchtlich.

Vor dem Kriege war Deutschland malariaarm, ja nahezu malariafrei; es fragt sich, ob die Einschleppung der Malaria durch Heeresangehörige darin einen Wandel schaffen kann. Die erste Grundbedingung für das Auftreten endemischer Malaria, das Vorhandensein von Mensch, Parasit und Überträger, ist angesichts der Häufigkeit der Anophelen bei uns erfüllt, dasselbe gilt für die zweite Grundbedingung, das Vorherrschen einer genügend hohen Temperatur. Nebenbedingungen, wie die einer genügenden Anzahl von Plasmodien und Anophelen, geeigneter biologischer Gewohnheiten der Anophelen und andere, dürften auch weitgehend erfüllt sein und der Malaria die Existenz in Deutschland gestatten.

Nun ist aber tatsächlich die Malaria während des Krieges bei unserer Zivilbevölkerung noch nicht epidemisch aufgetreten, und es fragt sich, ob dies als günstige Vorbedeutung anzusehen ist. Es bestände keine Malariagefahr, wenn die Menschen bei uns gegen eine Infektion gefeit wären, wenn die Anophelen malariaimmun wären, oder wenn sie wenigstens die eingeschleppten Malariaformen nicht übertragen könnten, oder wenn die fraglichen Plasmodienarten bei uns nicht existieren könnten. Alle drei Möglichkeiten liegen nun nicht vor. Es sind vielmehr die Verhältnisse der Kriegswirtschaft, welche die Malariaausbreitung verhindern, nämlich einerseits die gründliche Überwachung der bekannten Malariaträger und andererseits die Urlaubsverhältnisse, die auch unerkannten Malariaträgern die Gelegenheit zum Verschleppen der Krankheit beschränken. Diese Hemmung fällt bei Friedensschluß fort, und man

muß dann tatsächlich mit dem Auftreten endemischer Malaria rechnen.

Während in früheren Zeiten Malaria in Deutschland häufig war, ist sie in den letzten 50 Jahren stark zurückgegangen, der Grund hierfür dürfte eine allgemeine Hebung der kulturellen Lage sein. Da dieser Faktor weiterbestehen bleibt, darf man wohl erwarten, daß wenigstens keine Dauermalaria bei uns auftreten wird. Immerhin befreit uns diese Zuversicht nicht von der Verpflichtung, alle Maßnahmen gegen die Malaria rechtzeitig zu ergreifen, damit man nicht plötzlich vor unüberwindlichen Schwierigkeiten steht. Der Charakter früherer Malariaepidemien weist darauf hin, daß vorübergehende klimatische Bedingungen sie veranlaßten, und das Wiederauftreten von solchen würde gegenwärtig bei der starken Malariaeinschleppung sehr bedeutungsvoll werden können.

In der Aussprache betonte zunächst *Prof. Dieudonné-München* die große Gefahr, die darin besteht, daß Malariakranke als geheilt entlassen werden, aber doch immer noch Plasmodienträger sein können, doch wird sie insofern gemildert, als die Entwicklungsbedingungen für die Anophelesmücke bei uns nicht sehr günstig wären. So erklärt es sich, daß z. B. in Puchheim (Bayern), wo seit 1914 eine große Anzahl malariakranker Kriegsgefangener untergebracht ist, wie im ganzen Bezirksamt Fürstfeldbruch, bisher noch keine Malariafälle beim Militär und der Zivilbevölkerung vorgekommen sind. Diese Tatsache enthebt uns aber nicht von der Verpflichtung, Vorkehrungen gegen eine evtl. Ausbreitung der Seuche zu treffen. Weniger günstig beurteilte *Prof. Breslau-Straßburg* die Verhältnisse betreffs der Malaria in Deutschland nach dem Kriege. Die ungeheure Zunahme (von 0,16 % auf 4,2 %) der Malaria beim Heere in den drei ersten Kriegsjahren läßt auf eine Verbreitung nach Friedensschluß schlimme Schlüsse zu. Allgemein wurden genaue Feststellungen in den einzelnen Bundesstaaten gefordert, damit man jederzeit über den Stand der Seuche genau unterrichtet ist.

Im Anschluß an diese Ausführungen sprach *Prof. Breslau-Straßburg i. Elsaß* über „*Das Ausschlüpfen der Stechmückenlarven aus dem Ei*“. In Deutschland sind bisher etwa 20 Stechmückenarten ermittelt worden, von denen bei Straßburg bereits 19 gefunden sind. Zur Erleichterung der Bestimmung ist eine Einteilung in drei Gruppen: Anophelini, Culicini, Aedini getroffen worden. Alle drei Gruppen besitzen in ihren jüngsten Larvenstadien zur Sprengung der Eihülle einen Eizahn, wie er sich auch bei anderen Insektengruppen vorfindet. Bei *Culicada vexans* besteht die Eigentümlichkeit, daß der Eizahn, in das Innere zurückgezogen werden kann. Das Ausschlüpfen vollzieht sich innerhalb weniger Minuten.

Zum Schluß der Tagung kamen auch die Nutzinsekten zu ihrem Recht, indem zwei Vorträge sich mit unseren wichtigsten, der Biene, beschäftigten.

Zunächst sprach *Prof. Zander-Erlangen* über „*Vererbung bei Bienen*“. Während im allgemeinen Vererbungen bei Individuen beiderlei Geschlechts, die aus befruchteten Eiern stammen, sich nach dem Mendelschen Gesetz vollziehen, gelten für die Männchen und Weibchen der Bienen nicht dieselben Vererbungsmaßregeln. Die Bienenkönigin legt bekanntlich zweierlei Eier, befruchtete, aus denen je nach der Ernährung Arbeiterinnen und Königinnen hervorgehen, und unbefruchtete, aus denen die männlichen Bienen, die Drohnen, entstehen. Letztere spiegeln nun den Charakter der Eier wieder, aus denen sie hervorgehen, d. h. man kann bei der Vererbung erkennen, daß sie aus nichtbefruchteten Eiern entstehen. So erhält man z. B. von einer italienischen Königin, die von einer Krainer Drohne begattet ist, immer nur italienische Drohnen und keine Mischlinge. Die Tatsache dieser Vererbungsregel hat für die Praxis insofern Bedeutung, als man dadurch in ganz bestimmter Weise veredelnd auf Bienenstämme einwirken kann.

In dem zweiten Vortrag über die Bienen legte *Dr. Armbruster-Berlin* „*Die Wünsche der Deutschen Bienenzüchter*“ dar. Im deutschen Reiche sind etwa 2 Millionen Bienenstöcke vorhanden, die einen Wert von 200 Millionen Mark darstellen. Der jährliche Ertrag an Honig und Wachs wird auf 70 Millionen Mark veranschlagt, wozu noch der auf etwa 100 Millionen Mark geschätzte Nutzen kommt, der von den Bienen durch Befruchtung des Obstes geleistet wird. Doch befindet sich die deutsche Bienenzucht in einer Notlage, und es ist Gefahr vorhanden, daß die Bienenzucht mehr und mehr zurückgeht. Wenn die Bienenzucht auf der Höhe bleiben soll, muß sie rentabel bleiben. Dazu sind notwendig Sanierung des Honighandels, Bekämpfung unlauterer Einfuhr, Einschränkung der Kunsthonigerzeugung, Vertiefung der Bienenkunde, Hand in Hand arbeiten zwischen den Imkern und den Bienenforschern.

Darauf schloß *Prof. Escherich-München* die Tagung mit dem Ausdruck der Freude, daß die Verhandlungen so anregend verlaufen waren und so viele interessante Probleme zur Erörterung brachten. Die in diesen zwei Tagen geleistete positive Arbeit werde hoffentlich in der Praxis ihre Wirkung nicht verfehlen.

Besprechungen.

Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Eine allgemeinverständliche Entwicklung des raumzeitlichen Relativitätsgedankens bis zum Relativitätsprinzip der Trägheitssysteme. Sammlung Vieweg, Heft 17. 2. Aufl. 88 S. und 18 Abbild. Preis geh. M. 2.80 + Teuerungszuschlag.

Dank der üblichen formalistischen Methode des Mathematikunterrichtes, die zuviel Wert auf das Vermitteln von Einzelkenntnissen legt und den Sinn dieser Kenntnisse den Schülern nicht nahezubringen versteht, ist es heutzutage noch so, daß man einem gebildeten Leser, der nicht fachlich irgendwie mit Mathematik zu-

tun hat, ziemlich schwierige Dinge logischer Art zumuten darf, aber womöglich die einfachste mathematische Formel ersparen muß. Dieser Sachlage Rechnung tragend, hat es *H. Witte* in der vorliegenden Schrift unternommen, ohne alle Mathematik in den Gedankenkreis der sogenannten speziellen Relativitätstheorie einzuführen. Mit einem bei Vermeidung von Mathematik unvermeidlichen Aufwand von Worten, mit beachtenswerter logischer Kunst und mit Hilfe eines von ihm erdachten einfachen mechanischen Modells als Mathematikersatzmittel hat der Verfasser seine Aufgabe in origineller Weise gelöst. Offenbar in dem Bestreben, die Darstellung auch in der Form dem großen Gedanken des Relativitätsprinzips anzupassen, hat er aber einen vielfach stark pathetischen und mit guten Zitaten sehr beschwerten Stil gewählt, mit dem die hausbackene, umständliche Erklärungsweise schlecht harmoniert.

Das Büchlein gliedert sich in neun Abschnitte, in deren sechs ersten gezeigt wird, wie sich das Relativitätsprinzip der älteren Mechanik aus den ursprünglichen Begriffen des absoluten Raumes und der absoluten Zeit entwickelt hat; der siebente Abschnitt befaßt sich mit den Äthertheorien und veranschaulicht an dem erwähnten Modell den Michelsonschen Versuch; im achten Abschnitt ist, ebenfalls an Hand des Modells, das Einsteinsche Relativitätsprinzip klargelegt; im neunten Abschnitt sind einige physikalische Folgerungen der Relativitätslehre angeführt.

Da der Verfasser in den ersten Abschnitten Ausfälle gegen die Metaphysiker macht, indem er z. B. sagt, das Gebiet, auf dem sie von jeher am besten zu Hause gewesen, sei das Reden über Dinge, die des Sinnes entbehren, möge hier zunächst daran erinnert werden, daß die Metaphysiker doch einiges Verdienst an der Möglichkeit jeder Relativitätstheorie haben. Sie haben die Menschheit erst gelehrt von der rohen Empirie zu abstrahieren, und ihre Gedanken sind seit *Plato* in alle Erziehung eingegangen. Daß sich die Erde um die Sonne drehe, daß die Antipoden nicht von der Erde abfallen, daß Bewegung nichts Absolutes sei, ist erst durch ihre Vorarbeit begreiflich geworden.

Witte wendet sich gegen die Behauptung, daß eigentlich alle Bewegungen gleichwertig seien; er sieht darin eine „unwissenschaftliche, metaphysische Trübung“ und führt als Gegenbeweis an, daß die *Naturgesetze* in den Systemen, wie Erde usw., nicht erfüllt seien. Was heißt das aber: „Die Naturgesetze sind erfüllt.“? Woher kennt man denn die Naturgesetze? Es ist trotz *Witte* nicht nur kinematisch gleichwertig, zu sagen, die Erde drehe sich um die Sonne oder diese um jene. Einzig die erstrebte Vereinfachung des *Ausdruckes* des Naturgesetzes führt dazu, die erste Aussage zu bevorzugen. Man muß sich immer wieder daran erinnern, daß dies die Reihenfolge ist: Wir machen Erfahrungen, abstrahieren aus ihnen Naturgesetze und geben diesen durch Bevorzugung eines Systems einen einfachen Ausdruck; sprechen wir ihnen dann in diesem Ausdruck die Bedeutung von etwas *Absolutem* zu, dann können wir allerdings nicht mehr frei jedes System als „gleichwertig“ bezeichnen. Die Behauptung, die Naturgesetze seien in den Systemen, wie Erde usw., nicht erfüllt, ist daher eine physikalisch überaus praktische Annahme, doch keine wissenschaftlich begründbare Wahrheit. Der Verfasser hat mit dieser Behauptung selbst die Grenzen der Erfahrung überschritten und sich ins Metaphysische begeben.

Von dieser Abschweifung abgesehen, muß man ihm zugestehen, daß er sich an die Tatsachen hält und ihnen

gerecht wird. Als wertvollster Kern des Buches erscheint mir die Veranschaulichung des Michelsonschen Versuches und die daran geknüpfte Analyse des neuen Relativitätsprinzips. Die Fragestellung ist durchaus die Einsteinsche: Was folgt für die Beurteilung von Ort und Zeit der Punkte eines an uns gleichförmig schnell vorbeibewegten Systems aus der Tatsache, daß der beim Michelsonschen Versuch nach den alten Anschauungen zu erwartende Effekt nicht eintritt? Wille zeigt, daß zwei Raumeigenschaften RI und RII und zwei Zeiteigenschaften ZI und ZII, die man alle früher für absolut gehalten hat, sämtlich als relativ aufzufassen sind, nämlich die „Gleichortigkeit“, die Länge, die Gleichzeitigkeit und die Zeitdauer. Schrittweise wird ausgeführt, daß schon die alte Relativitätstheorie RI als relativ erkannt hat, wie dann der Michelsonsche Versuch auch die drei anderen Merkmale als relativ erwiesen hat. Man muß die Geschicklichkeit und logisch-pädagogischen Fähigkeiten des Verfassers bewundern, mit denen er — immer ganz ohne Mathematik — RI und ZI als Effekte 1. Ordnung, RII und ZII als solche 2. Ordnung verständlich macht. Als Kernpunkt der Frage erscheint dabei — und das ist mit Recht stark betont —, daß unsere Zeitmessung und damit der physikalische Begriff „Gleichzeitigkeit“ auf dem Signal mit der größtmöglichen Geschwindigkeit, der Lichtgeschwindigkeit, beruht. Wenn das erkannt ist, so folgt aus der Betrachtung des Modells mit logischer Notwendigkeit die Art der Raum-Zeit-Auffassung, die das Wesen von Einsteins Prinzip bildet. Besonders schön anschaulich gemacht ist, wie Längenmessungen zu einem anderen Ergebnis führen, je nachdem sie in einem System direkt (nur mit Maßstab) oder von einem anderen System aus mittelbar (auch mit Hilfe von Uhren) vorgenommen werden; nur wenn die „Gleichzeitigkeit“ der Messung nicht nur relativ, sondern auch absolut gesichert wäre, könnte auf das gleiche Ergebnis der zwei Arten der Längenmessung gerechnet werden.

Hier sei eine Bemerkung gestattet über das Wort „Gleichzeitigkeit“. Nach Einsteins Theorie soll ein und dasselbe Ereignis von zwei gegeneinander bewegten Systemen beurteilt nicht „gleichzeitig“ sein müssen. Es wird damit selbstverständlich nicht die Gleichzeitigkeit im gewöhnlichen Sinn des Wortes bestritten, was durchaus metaphysisch wäre und jedem empirischen Gefühl widerspräche, sondern nur festgestellt, daß es sich eben um verschiedene Arten der Zeitrechnung in beiden Systemen handelt. Man würde viele Paradoxien und Verständnisschwierigkeiten vermeiden, wenn man das Wort „gleichzeitig“ im Sinn der Relativitätstheorie überhaupt nicht benutzte. Zwei Ereignisse deshalb gleichzeitig zu nennen, weil die bei ihrem Geschehen abgegebenen Signale uns gleichzeitig erreichen, widerspricht dem ursprünglichen Sinn des Wortes „gleichzeitig“. Mindestens aber bedürfte es bei jeder populären Darstellung eines eigenen Hinweises darauf, daß „Gleichzeitigkeit“ im Sinne der neueren Physik stets nur eine zahlenmäßige zeitliche Zuordnung zweier Ereignisse bedeutet, aber nichts mit dem empirischen Begriff der „Gleichzeitigkeit“ zu tun hat.

Über die Erklärung der allgemeinen Grundlagen der Relativitätstheorie, wie sie aus dem Michelsonschen Versuch zu gewinnen sind, geht Willes Buch nicht hinaus. In seinem neunten Abschnitt werden zwar einige physikalische Konsequenzen der Theorie angedeutet; der Verfasser ist sich aber bewußt, daß das Verständnis dieser Konsequenzen ganz ohne Mathematik wohl nicht zu erzielen ist. Ein Nachwort zur vorliegenden Auflage endlich weist nur auf die seit dem

Erscheinen der ersten Auflage von Einstein geschaffene allgemeine Relativitätstheorie hin und würdigt deren Bedeutung und die Leistung Einsteins mit begeisterten Worten.

Willes Büchlein enthält somit sachlich nicht vielerlei. Das wenige Wichtigste aber, nämlich der eigentliche Sinn und Zwang der Relativierung unserer Raum-Zeit-Anschauungen dürfte in diesem Buch dem Laien zwar mit groben, aber für den Zweck tauglichen Mitteln verständlicher gemacht sein als in irgend einer anderen bekannten Darstellung.

Max Jakob, Berlin-Charlottenburg.

Cohn, Emil, *Physikalisches über Raum und Zeit*. 3. Aufl. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1918. 31 S. und 11 Fig. Preis geh. M. 1,20 + Teuerungszuschlag.

In fast allen populären Darstellungen der Relativitätstheorie wird zunächst auseinandergesetzt, wie die theoretische Physik zum Begriff des Äthers, und zwar des ruhenden Äthers, gedrängt worden sei; es gelingt aber natürlich nicht, das dem Laien wirklich begreiflich zu machen. Daß nun der Leser von der Notwendigkeit der Ruhätherhypothese keineswegs überzeugt ist, erschwert ihm das Verständnis für den Ausgangspunkt der Relativitätstheorie. Es scheint mir ein wesentlicher Vorzug des vorliegenden Schriftchens, daß hier nicht vom Äther ausgegangen wird, sondern von dem experimentell gefundenen Gesetz der Ausbreitung des Lichtes relativ zur Erde. Erst wenn es sich darum handelt, das Lichtausbreitungsgesetz auf andere Systeme zu übertragen, wird unter den Hypothesen, durch die das Relativitätsprinzip der älteren Mechanik gerettet werden könnte, auch die Ätherhypothese genannt. Das Verständnis der eigentümlichen, nach Einsteins Theorie bestehenden Raum-Zeit-Zusammenhänge wird ferner erleichtert durch die Verwendung eines mechanischen Modells. Die Zeit- und Geschwindigkeitsverhältnisse dieses Modells könnten jedoch vielleicht geschickter gewählt sein. Wenn die Uhr E_2 in Fig. 5 um weniger als rund 6 Stunden nachginge, würde man auf den ersten Blick am Modell sehen, daß sie *nachgeht*, während man sie so auch für *vorgehend* halten kann. Die Verzerrung des Verhältnisses der Erdgeschwindigkeit zur Lichtgeschwindigkeit von $\frac{1}{10\,000}$ in Wirklichkeit auf $\frac{3}{4}$ im Modell geht auch weiter, als der Veranschaulichung dienlich ist. Eine gewisse Schwierigkeit wird dem Laien ferner die etwas konzentrierte Form der Darstellung bereiten. Gelingt es ihm aber, ihr bis zum Schluß zu folgen, so wird er rückblickend einen großen Genuß haben an ihrem logisch überaus glücklichen Aufbau, den er dann erst völlig durchschaut, und er wird einen guten Begriff vom Werden und Wesen der speziellen Relativitätstheorie gewonnen haben. Mathematische Kenntnisse sind zum Verständnis der Abhandlung nicht erforderlich; einige wichtige Formeln (welche die Raum-Zeit-Beziehungen des Modells, die Aberration des Fixsternlichtes und den Fizeauschen Strömungsversuch in mathematischer Form beschreiben) sind in einem Anhang mitgeteilt.

Max Jakob, Berlin-Charlottenburg.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Sichtbarkeit von Unterseebooten und Minenfeldern vom Flugzeug aus.

Zur Ergänzung meines unter obigem Titel in dieser Zeitschrift Band 6, Seite 546—548 erschienenen Aufsatzes bemerke ich, daß Herr Geheimrat Prof. Dr.

Richarz in Marburg i. H. das gleiche Thema bereits vor mir behandelt hat, und zwar unter der Überschrift: „Die Schwäche senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B. die Sichtbarkeit der Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus“ in den Sitzungsberichten der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg — 10. März 1915, Seite 1—9. — Ergänzende Bemerkungen dazu hat er an der gleichen Stelle am 16. Mai 1917 gegeben. In diesen beiden Aufsätzen hat Herr *Richarz* bereits darauf hingewiesen, „daß bei großem Augenabstand die von einem Punkte innerhalb des Wassers nach der Pupille hingehenden Strahlen die Oberfläche in einem so ungemein kleinen Kreise treffen, daß innerhalb desselben die Wasseroberfläche trotz Kräuselung als eben angesehen werden kann“.

Endlich erwähne ich noch, daß ich auch selbst das gleiche Thema bereits früher behandelt habe, ebenfalls in den Sitzungsberichten der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, am 15. März 1917 unter dem Titel: „Die Einblicktiefe in natürliche Wasseroberflächen und die Sichtbarkeit von Unterseebooten“.

Ich glaubte in einem allgemein gehaltenen Aufsatz an dieser Stelle von derartigen Prioritäts-Auseinandersetzungen und Zitaten absehen zu sollen, war aber andererseits, als mir ein dahingehender Wunsch ausgesprochen wurde, gern bereit, auch dies — wenigstens nachträglich — zu erwähnen.

Berlin, den 30. Oktober 1918.

Dr. Felix Jentzsch-Graefe, Gießen.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 12. Oktober sprach Oberleutnant Dr. W. *Behrmann* in der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin über die **Landschaften Rumäniens** an Hand zahlreicher Lichtbilder. Oberleutnant *Behrmann* ist der Leiter der *Abt. Landeskunde in Rumänien*, die die Aufgabe hat, Rumänien nach deutschen wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu durchforschen und damit das Land dem deutschen geistigen Leben näher zu führen. Die Abteilung ist von dem damaligen Militärgouverneur *Exzellenz Tülff von Tschepe und Weidenbach* auf Anregung von Geheimrat Prof. Dr. *Penck* ins Leben gerufen worden und der Druck- und Buchereistelle, jener Dienststelle, welche durch die Hochschulkurse in Bukarest und andere Bildungsbestrebungen weithin bekannt geworden ist, unterstellt.

Dr. *Behrmann* führte die Zuhörer zuerst zum Donautal, einem amphibischen Lande, welches zu den Hochwasserzeiten im Frühjahr weithin überschwemmt ist, im Sommer aber trocken daliegt und als Viehweide benutzt wird. Zwischen den Wiesen liegen seitliche Überschwemmungsseen der Donau, die durch Bäche mit ein- oder ausströmendem Wasser mit der Donau verbunden sind. An ihrem Ufer steht charakteristische alte Weidenvegetation. Die Bevölkerung sitzt auf dem Abfall der höheren Ebene zur Donau in einzelnen Dörfern, die sich reihenförmig anordnen. Die Donau hat sich bis zu 80 m mit ihrem ganzen Überschwemmungsbett eingetieft. Da sie die Erosionsbasis für sämtliche Nebenflüsse ist, so liegt das ganze südliche Gewässernetz Rumäniens um denselben Betrag tiefer als die umliegende Ebene. Besonders südlich Bukarest ist die Ebene durch diesen Vorgang zerschnitten. Eine Ausnahme bildet weiter im Osten das flussarme Loeßplateau der Baragansteppe, eine weite Fläche, die neuerdings

fast ganz unter Kultur genommen worden ist, deren Ernte aber bei der Trockenheit dieses Jahres völlig versagt hat. Auch im Westen, in Oltenien, haben der Jiu und der Alt ihre Zuflüsse schon abseits der Donau gesammelt. Zwei große Tallandschaften gleichen Charakters, wie die Donau-Talebene, durchziehen eine weite, unzerschnittene fruchtbare Ebene. Bei den zerschnittenen Ebenen liegt der Grundwasserspiegel in Höhe der Flüsse, also tief unterhalb der Ebene, wodurch die Ernten abhängig werden von der Witterung zur Zeit des Keimens des Getreides. Nur am Fuße des Gebirges nördlich Bukarest, bis wohin die rückwärtige Erosion der Seitenflüsse zur Donau noch nicht vorgeschritten ist, fließen sämtliche Gewässer im Niveau der Ebene, der Grundwasserspiegel liegt unmittelbar unter der Oberfläche. Die Nähe des Gebirges hat hier häufig Hochwasser der Flüsse zur Ursache, wodurch diese aus ihren Betten abirren können und sowohl in der geologischen Vergangenheit wie in der Gegenwart ganz neue Wege einschlagen konnten.

Das Gebirge ist von der Ebene durch ein weites Zwischenglied getrennt, das seiner Entstehung nach nichts weiter ist als ein zerstörtes älteres Gebirge im Hintergrunde. In großen Aufschüttungskegeln wurden die Zerstörungsprodukte des Gebirges zur Ebene geführt. Diese sind erneut wieder gehoben worden, wodurch die Flüsse gezwungen waren, sich wieder einzuschneiden. Ganz langsam fand diese Aufrichtung in Oltenien statt, ja selbst bis in die Gegend von Pitesti kann man die langsame Aufrichtung der Aufschüttungskegel noch gut beobachten. Dann wird die Aufrichtung stärker, um endlich in der Gegend von Buzau, also grade an der Ecke der Karpathen, immer steiler zu werden. Die Flüsse haben diese gehobenen Ebenen zerschnitten. Bis zur Ermüdung sich wiederholende gleichförmige Tallandschaften sind dadurch in den sanft aufgerichteten Ebenen entstanden, stärker durchtallte Landschaften dagegen in den höher aufgerichteten Partien im Osten. Diese haben die Siedelungen an sich gelockt, zumal bei den Faltungen des tertiären Untergrundes Petroleum und Salz an die Oberfläche gekommen sind.

Die Formen des Gebirges selbst sind weit mehr von der Gesteinsbeschaffenheit abhängig als die des aus leichtem Aufschüttungsprodukten bestehenden Vorlandes. Im Osten weist das Waldgebirge milde Formen auf. Weite sanfte Rücken, wie sie dem Flyschgestein eigen sind, folgen einander. Zwischen der Prahova und Dambovitza ist das aus Kalkkonglomerat, aus Mergeln und mächtigen Kalkklippen bestehende Gebirge nichts weiter als eine gehobene Fläche, welche zerschnitten ist. Bei dem Wechsel der Gesteine sind die Formen der Täler von großartiger und überraschender Mannigfaltigkeit. Die Fogarascher Alpen, das Paringu-Gebirge und die Westkarpathen sind in ihren Formen bestimmt durch den Gegensatz älter kristalliner Gesteine und länger Kalkzüge. Die Oberfläche des Gebirges ist meist eben und wird von weiten Hochweiden eingenommen. Die Täler sind mit prächtigem Buchenwald bedeckt, nur dort, wo sie durch die Kalkzüge hindurchführen, sind es schroffe und tiefe Schluchten. Abwechslungsreich ist das Gebirge vornehmlich in den Durchbruchtälern des Alt und Jiu, die ebenso wie die Donau unbekümmert um hoch oder niedrig quer durch das Gebirge hindurchfließen. Terrassensysteme bezeugen, daß die Flüsse älter sind wie das Gebirge und sich in dem Maße einschnitten, wie das Gebirge sich hob.

Die höchsten Gipfel der Karpathen haben, sobald sie 2000 m überschreiten, völlig abweichende Formen, die bei dem sonst hochflächenartigen Charakter des Gebirges doppelt auffallen. Es sind typische glaziale Gipfel, bei denen die eiszeitliche Vergletscherung die Flanken der Berge angegriffen hat, die Täler aus-
hobelte und mit ihren Karen fast die Rücken zwischen den einzelnen Tälern zerstörte. Im Bucegi-Gebiet und an der Mandra sowie am Zuge des Godeaun haben sich nur einzelne voneinander getrennte Gletscher gebildet. Stärker war die Eiszeit in den höchsten Regionen der Fogarascher Alpen, am Negoi, wo nur noch die höchsten Gipfel voreiszeitliche Formen aufweisen. Es ist jedoch nirgends die Vergletscherung in den Karpathen so bedeutend gewesen, als daß im Vorlande ein merklicher Einfluß, sei er glazialer oder fluvioglazialer Natur, festzustellen wäre.

W. B.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

Die Deutsche ornithologische Gesellschaft hielt am 5. und 6. Oktober eine Jahresversammlung in Berlin ab, die von 27 Mitgliedern besucht war. In der Sitzung am 5. Oktober begrüßte der 1. Vorsitzende Professor *Schalow* die Versammlung und gedachte der im Felde stehenden Ornithologen und ihrer zahlreichen vortrefflichen ornithologischen Arbeiten.

Graf *Zedlitz von Trützschler* hielt einen Vortrag über das Vorkommen von Kormoran, Schnatterente und Limose auf den Militscher Teichen. Der seit Jahrzehnten völlig verschwundene Kormoran hat in diesem Sommer in einem Paar in der Herrschaft Militsch gebrütet. Die in Deutschland seltene Schnatterente ist auf den Militscher Gewässern ziemlich häufig und wird dort Nesselente genannt. Von der in Deutschland nur vereinzelt als Brutvogel auftretenden Limose (*Limosa limosa* L.) stellte Graf *Zedlitz* mehrere Paare fest. Sie bevorzugt zu ihrem Aufenthaltsort nasse Wiesen mit recht hohem Graswuchs in der Nähe flacher Teiche. Der Balzruf der Limose klingt ähnlich wie der Ruf der Bekassine, wird aber lauter und häufig in hastigem, überstürztem Tempo vorgetragen. Die Flugspiele dauern niemals lange, die Vögel fallen vielmehr sehr bald wieder ein, um sich dann nach kurzer Zeit von neuem zu erheben. Auffallend früh im Sommer verlassen die Limosen ihr Brutgebiet, und zwar geschieht dies, sobald die Wiese geschnitten wird, wodurch ihnen ihr Lieblingsaufenthalt verleidet wird. Im Anschluß hieran machte Graf *Zedlitz* noch folgende Mitteilungen über die in Frankreich häufig vorkommende Zwergtrappe (*Otiste trax* L.) auf Grund brieflicher Angaben des Hauptmanns *Schneider* von der Westfront. Die Iris des alten Vogels ist nicht wie der „neue Naumann“ angibt rot, sondern mattgelb. Ende März, Anfang April treffen die Zwergtrappen in Frankreich ein und ziehen im Oktober wieder fort. Der Zug erfolgt in kleineren Trupps von etwa 8—10 Stück. Der Balzruf ist ein kurzes, scharfes „Räk“, wobei der Hahn den Kopf ruckartig nach vorn wirft und auch mitunter ähnlich dem Birkhahn einen Luftsprung macht. Der Balzplatz markiert sich als tennenartig festgetretenes Stück in Größe eines halben Quadratmeters. Die Brutzeit beginnt erst spät. Hauptmann *Schneider* fand Ende Juni noch unbebrütete Eier. Das Gelege enthält 2—4 Eier. Die Äsung der Zwergtrappe besteht aus Pflanzen, besonders die Kleeschläge werden von den Vögeln gern aufgesucht.

Die Zwergtrappe ist überaus schön. Die Hähne ver-

lieren auch in der Balz die Vorsicht nicht und sind daher sehr schwer zu überlisten.

Professor *Schalow* sprach über die ältere ornithologische Literatur und wies besonders auf ein verschollenes Werk *Eugen von Homeyers* „Vögel Deutschlands“ hin. Das Werk wird in der Literatur, z. B. in der neuen Ausgabe des Naumann, wiederholt erwähnt, woraus hervorgeht, daß der größere Teil desselben gedruckt sein muß. Die Nachforschungen, die Professor *Schalow* über den Verbleib des Werkes angestellt hat, ergaben, daß sich eine größere Anzahl von Druckbogen im Besitz des Professors *König* in Bonn, des Oberpfarrers *Lindner* in Quedlinburg und des österreichischen Ornithologen Ritter *Tschusi* zu Schwindhofen in Salzburg befindet.

In der Sitzung am 6. Oktober vormittags im Kgl. Museum für Naturkunde legte Professor *Schalow* aus seiner über zehntausend Einzelnummern umfassenden Autographensammlung, Handschriften älterer Ornithologen, von *Altum*, *Ludwig* und *Alfred Brehm*, *Baldamus*, *Cabanis*, *Gloger*, *Gätke*, *Heuglin*, *Homeyer*, *Liebe*, *Lichtenstein*, *Naumann*, *Oken*, *Radde*, *Schinz*, *Thiennemann*, *Prinz Wied*, *Wolf* u. a. vor, sowie ein Skizzenbuch von *Böhm*, das Darstellungen von Wild und Jagdszenen aus der Schorfheide enthält und besonderes Interesse erregte. Das Buch stammt aus den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Hierauf sprach Major *von Lucanus* über „die Richtung des Wandfluges der Zugvögel Europas“. Ein Bericht über diesen Vortrag wird später folgen.

Am Schluß der Sitzung fand unter Führung des Geheimrats *Reichenow* eine eingehende Besichtigung der neuen Räume des Museums, sowie der Sammlung von Vogelbälgen und Vogeleiern statt. Die Eiersammlung des Museums hat durch Schenkung der reichhaltigen Sammlungen des verstorbenen Majors *von Treskow* und Amtsrats *Nehrkorn* einen bedeutenden und überaus wertvollen Zuwachs erfahren. Am Nachmittag hielt Dr. *Heinroth* in seiner Wohnung im Aquarium des Zoologischen Gartens einen Lichtbildervortrag über die Entwicklung verschiedener Vögel. Die von Herrn und Frau *Heinroth* selbst aufgenommenen Photographien zeigten Steinschmätzer, Bachstelze, Kleiber, Rauchschwalbe, Buchfink, Kolkrabe, Mittelspecht, Segler, Steinkauz, Bussard, Wasserralle und Triel in ihrer allmählichen Entwicklung vom Auskriechen aus dem Ei bis zum erwachsenen Alter. Die Bilder, die besonders charakteristische Stellungen, wie z. B. das Sperren, Futterbetteln und die häufig eigentümliche Art des Entleerens junger Vögel, ferner das Sichsonnen, Glätten und Sträuben des Gefieders, eigenartige Körperhaltungen bei Schreck und im Effekt erwachsener Vögel in prachtvoller Weise zum Ausdruck bringen, erregten größtes Interesse und hohe Bewunderung aller Anwesenden. Herr und Frau Dr. *Heinroth* haben sich durch diese mit so großer Mühe und Arbeit angefertigten Bilder, für deren Herstellung sie junge Vögel selbst aufgezogen und bis zu ihrem vollendeten Wachstum in Gefangenschaft gehalten haben, um die Biologie unserer heimischen Vogelwelt sehr verdient gemacht. Es wurde allgemein der Wunsch ausgesprochen, daß Dr. *Heinroth* später seine zahlreichen photographischen Aufnahmen in einem größeren Werk vereinigen und auch die vielseitigen Erfahrungen und Beobachtungen, die er und seine Gemahlin bei der Aufzucht junger Vögel gewonnen haben, niederlegen möge, wodurch die Biologie der deutschen Vögel in hohem Maße gefördert würde.

F. von Lucanus, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Tome 160, 1915.

Behandlung von Kriegsverletzungen mit Lösungen von Silbernitrat 1 : 200 000—500 000 (J. Danysz). Verfasser hat schon seit 1900 Versuche angestellt über die desinfizierende Wirkung von Quecksilber- und Silbersalzen. Gestützt darauf und auf die Erfahrungen in Lazaretten empfiehlt er zur Wundbehandlung Waschungen und Verbände mit Lösungen von AgNO_3 im Verhältnis von 1 : 200 000—1 : 500 000. Er kommt zu folgenden Ergebnissen: 1. daß die reizenden Substanzen, sofern die Konzentration ihrer Lösung ausreicht, die Zellen der verletzten Gewebe zu töten, nicht nur die Infektionen nicht aufhalten, sondern sie mit Sicherheit noch fördern, und die Heilung der Wunden verzögern; 2. daß man bei der Auswahl der Antiseptika denjenigen den Vorzug geben soll, die in bestimmter Konzentration noch antiseptisch sind, ohne die Zellen zu töten, und deren Wirkung namentlich darin besteht, daß sie die Vermehrung der Zellen und die Neubildung der Gewebe anregen; 3. daß diese beiden Wirkungen, Desinfektion und Neubildung, sich am besten im Silbernitrat vereinigt finden in Lösungen von 1 : 200 000 bis 1 : 500 000.

Über die experimentelle Umwandlung der sekundären Geschlechtsmerkmale bei den Hühnervögeln (A. Pézard). Verfasser berichtet über Beobachtungen an Hühnern, an denen die Ovariectomie ausgeführt wurde, hinsichtlich des Wachstums der Sporen und des Gefieders. Bezüglich des ersten Punktes ergaben genaue und regelmäßig ausgeführte Messungen, daß das Wachstum bei Hähnen und kastrierten Hühnern dasselbe ist: 1. ist es stetig und regelmäßig, und 2. ist die Wachstumsgeschwindigkeit in beiden Fällen gleich. In diesen Zusammenhang gehört auch die Erfahrung, daß Hühner mit Sporen meistens schlechte Eierlegerinnen sind, was also auf einen Ovardefekt deutet. Bezüglich des Gefieders zeigt sich an denselben Hühnern, daß sie vollständig den Habitus von Hähnen annehmen. Ein Huhn, an dem die Ovariectomie nur teilweise ausgeführt wurde, hat die Charaktere des weiblichen Geschlechts durchaus behalten. Verfasser zieht daraus den Schluß, daß die sekundären Geschlechtsmerkmale des Hahns zweierlei Natur sind: die einen sind bedingt durch eine innere Sekretion der Hoden — Entwicklung und Beschaffenheit des Kammes, Stimme; die andern sind nicht davon abhängig —, Gefieder, Sporne. Letztere sind daher auch nicht eigentlich männliche Merkmale, sondern finden sich, als Anlage, auch beim Huhn. Daß sie sich nicht entwickeln, ist auf eine störende Wirkung der Ovarien zurückzuführen.

Über Autotomie und Regeneration der Eingeweide bei *Polycarpa tenera* Lacaze und Delage (M. de Selys-Longchamps). Die Erscheinung ist ein Analogon derjenigen, die man bei Holothuriern beobachtet. Das Auswerfen der Eingeweide erfolgte erst nach einigen Wochen der Gefangenschaft, so daß Verletzungen anlässlich des Gefangensetzens als Ursache außer Betracht fallen. Der Vorgang vollzieht sich jedenfalls während der Nacht, so daß man am Morgen neben dem Tiere seine Kieme mit daranhängendem Darm und Geschlechtsorganen findet. Die Kieme wird an ihrer vordern Insertionsstelle zerrissen und nimmt auch den Endostyl mit. Das Ganze wird durch die Egestions-

öffnung befördert, wobei eine starke Konzentration des ganzen Tieres stattfindet. Im Laufe der folgenden Zeit findet die Regeneration der fehlenden Organe statt. Da vom Tier nichts mehr übrig ist als die Hülle, erfolgt die Neubildung des Darms und der Kieme aus Falten des peribranchialen Epithels, und diejenige der Gonaden aus vorher schon vorhandenen embryonalen Anlagen in der Körperwand. Dabei wird die bei der Autotomie begonnene Kontraktion erhöht, wodurch die zu regenerierenden Organe verkleinert werden, namentlich auch mit Rücksicht auf das zur Verfügung stehende Material. Als Ursachen des Vorgangs glaubt Verfasser Traumata oder Abwehr gegen Parasiten ausschließen zu können, denkt aber an eine Notwendigkeit der Erneuerung der in einer ersten Fortpflanzungsperiode erschöpften Gonaden.

Über die Widerstandsfähigkeit der marinen Bakterien gegenüber dem Salzgehalt und Über den gestaltsändernden Einfluß erhöhten Salzgehalts auf marine Bakterien (H. Coupin). Verfasser stellt sich die Aufgabe, die bis jetzt nur selten an Tieren und noch gar nicht an Bakterien durchgeführten Untersuchungen auch an diesen letzteren vorzunehmen. Er legt Reinkulturen von aus Meerwasser isolierten Bakterien in 1-prozentig peptonisiertem Süßwasser an, das mit wechselnden Mengen NaCl versetzt wurde. Es wurden sowohl Versuche mit gesteigertem als auch mit vermindertem Salzgehalt durchgeführt. Das Resultat zeigt, daß die Bakterien, vielleicht allein unter allen aquatischen Lebewesen, einen innerhalb sehr weiter Grenzen variierenden NaCl-Gehalt des Wassers ertragen können. Sie halten einerseits einen Gehalt von 8—16 % Kochsalz aus (Normalgehalt des Meerwassers 2,5 %), und können sich andererseits mit einem solchen von 0,2 bis 0,3 % begnügen. — Verfasser stellte ferner Beobachtungen an über den Einfluß erhöhten Kochsalzgehaltes auf die Gestalt. Er fand, daß die Erhöhung namentlich die Bazillen i. e. S. beeinflußt, indem die Loslösung der einzelnen Glieder gehemmt, ihre Länge erhöht, ihre faserigen Formen stark vermehrt und gelegentlich in eigentliche Spirillen verwandelt werden. In allen Fällen bemerkt man eine wesentliche Verzögerung der Entwicklung.

Studien über die Bildung von Senkstufen und über ihren Transport durch die Gewässer in den Alpen und den Pyrenäen (A. Müntz und E. Lainé). Die Untersuchungen wurden auf Verlangen einer Dienststelle des französischen Landwirtschaftsministeriums durchgeführt. Sie bestätigen die Annahme, daß man an gewissen Wasserläufen der Alpen nur mit größter Vorsicht Stauwehren errichten soll, da ihr sehr rasches Versanden zu befürchten ist. In den Alpen ist die Erosion infolge des häufigen Vorkommens gewisser wenig widerstandsfähiger rezenter Formationen sehr viel intensiver als in den Pyrenäen, so daß die Flüsse dort ganz gewaltige Mengen Materials mitführen. So hat z. B. die Isère in Montmélian, wo ihr Einzugsgebiet etwa 4850 km² beträgt, während der Periode 1911—13 per Jahr im Mittel 39 Millionen t Senkstoffe geführt, was auf den km² 8000 t ausmacht. In gleichmäßiger Schicht auf das Einzugsgebiet ausgebreitet, würde dies eine Decke von 8 mm Dicke ergeben; das mittlere Niveau der Berge wird also in 100 Jahren um etwa 80 cm erniedrigt. Die Durance führt wesentlich weniger Material, aber immerhin doch 1117 t per km². In 100 Jahren ergäbe dies eine Schicht von 7,8 cm.

E. Rudin.

0

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED

AUG 25 1922

Heft 49.

6. Dezember 1918.

Sechster Jahrgang

U. S. Department of Agriculture

INHALT:

Das δ Cephei-Problem. Von Prof. Dr. P. Guth-nick, Berlin-Babelsberg. S. 713.

Probleme der Glasforschung. II. Von Dr. E. Zschim-mer, Jena. S. 717.

Zoologische Mitteilungen:

Über das Verhalten der Landinsekten und Spinnen dem Wasser gegenüber. Die Tragödie der Flußmuscheln. Das Kleintierleben um Lo-

carno. Über die Waldspitzmaus in der Gefangen-schaft. Über das Liebesspiel einer Fliege. Der Schwimm-Mechanismus der Roßameise. S. 725—728.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften. S. 728.

Elektrische Heizkissen

Type H

heilen durch dauernde Wärme

Drei Wärmegrade

—
Kein Zuheißwerden

—
Winziger Stromverbrauch



Sorgsame Herstellung

der

Fabrik Dr. Heilbrun

Berlin-Nowawes

Zu kaufen in jedem guten elektrischen und ärztlichen Geschäft

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Repetitorium der Hygiene und Bakteriologie in Frage und Antwort

Von

Professor Dr. W. Schürmann,

Privatdozent an der Universität Halle a. S.

Preis M. 4.80

Vor kurzem erschien:

Bakteriologie und Sterilisation im Apothekenbetriebe

Mit eingehender Berücksichtigung der Herstellung steriler Lösungen in Ampullen

Von

Dr. Conrad Stich

Leipzig

Dritte, verbesserte und wesentlich erweiterte Auflage

Mit 131 teils mehrfarbigen Textabbildungen und 3 Tafeln

Preis gebunden M. 14.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes

blutbildendes Eisenpräparat von höchster Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

6. Dezember 1918.

Heft 49.

Das δ Cephei-Problem.

Von Prof. Dr. P. Guthnick, Berlin-Babelsberg. *

Die auf der hiesigen Sternwarte angestellten lichtelektrischen Untersuchungen — der erste Teil des Berichtes darüber ist 1914 erschienen, der zweite¹⁾ Anfang 1918 vollendet worden — sind hauptsächlich dem Problem der Veränderlichen vom δ Cephei-Typus und Verwandten gewidmet. Das Problem, dessen Bedeutung weit über die Grenzen seines Spezialgebietes hinausreicht, kann kurz wie folgt ausgesprochen werden: *Ist der Lichtwechsel der genannten Veränderlichen (zu denen im weiteren Sinne die Veränderlichen vom Mira-, R Sagittae- und vielleicht auch vom U Geminorum-Typus zu rechnen sein werden) auf die Einwirkung eines nahen Begleiters zurückzuführen, oder wird er allein durch innere Vorgänge in diesen Veränderlichen erzeugt?*

Schon in den beiden ältesten Theorien der physischen Veränderlichen, der Klinkerfuesschen Gezeitentheorie und der Zöllnerschen, sehr primitiven Fleckentheorie, sind die beiden entgegengesetzten Standpunkte vertreten. Die Frage schien zugunsten der Klinkerfues-Wilsingschen oder einer ähnlichen Anschauung, d. h. zugunsten der Doppelstern-Annahme entschieden, als es *Belopolsky* 1894 gelang, im Spektrum von δ Cephei mit der Periode des Lichtwechsels verlaufende Linienverschiebungen nachzuweisen, die sich durch die Annahme einer elliptischen Bahnbewegung darstellen ließen. Nach und nach sind solche dem Lichtwechsel parallel verlaufenden, periodischen Linienverschiebungen auch bei den anderen helleren δ Cephei-Sternen und Verwandten festgestellt worden. Allein, statt daß die Sachlage dadurch geklärt wurde, gestaltete sie sich im Gegenteil immer rätselhafter. Zunächst ist der merkwürdige Umstand zu erwähnen, daß in keinem einzigen Falle die zweite (schwächere) Komponente des Systems durch ihre Linien im Spektrum sich sicher nachweisen ließ, was bei anderen spektroskopischen Doppelsternen doch häufig genug möglich gewesen ist²⁾. Vor allem aber wollte es durchaus nicht gelingen, auf Grund der Dop-

pelstern-Annahme einen zwangsläufigen Mechanismus zu ersinnen, der allen beobachteten Erscheinungen, den Helligkeitsschwankungen einerseits und den veränderlichen Linienverschiebungen und sonstigen spektralen Vorgängen andererseits, gerecht wurde. Eine Zeitlang zwar schien dies Ziel in erreichbare Nähe gerückt, als nämlich *S. Albrecht* ein allgemeines, den δ Cephei-Lichtwechsel beherrschendes Gesetz gefunden zu haben glaubte. Es sagt aus, daß das Helligkeitsmaximum ungefähr mit dem Zeitpunkt der schnellsten Annäherung der helleren, im Spektrum allein sichtbaren Komponente des Systems zusammenfalle, d. h. mit dem negativen Maximum der Radialgeschwindigkeit derselben, das Helligkeitsminimum mit der schnellsten Entfernung, d. h. mit dem positiven Maximum der Radialgeschwindigkeit, zusammenfalle. Auf diese Gesetzmäßigkeit wurde von *Curtiss* und von *Loud* eine Theorie des Lichtwechsels aufgebaut, deren Gedankengang in korrekter Form kurz folgender ist: Das System des Veränderlichen ist in ein widerstehendes Mittel eingehüllt, das die Komponenten auf der — relativ zur Bewegungsrichtung — vorderen Seite erhitzt, so daß diese stärker leuchtet als die hintere Seite. Der Beitrag der helleren Komponente zum Lichtwechsel ist der bei weitem überwiegende. Damit nicht gewisse Schwierigkeiten physikalischer Natur sich erheben, muß die Rotationszeit gleich der Umlaufzeit in der Bahn angenommen werden, was auch aus mechanischen Gründen das wahrscheinlichste ist¹⁾. (Statt einer Erhitzung nimmt *Duncan* Verdrängung der Atmosphäre von der Vorderseite infolge des Widerstandes an. Besonders die letztere Vorstellung würde manche der photometrischen und spektralen Erscheinungen recht gut erklären, wenn die Albrechtsche Regel einen allgemeingültigen Charakter besäße.) In Wirklichkeit haben aber spätere, auf vollkommenerem Tatsachenmaterial beruhende Untersuchungen ergeben, daß die Zeiten der Maxima und Minima der Helligkeit in der Regel merklich vor der Zeit der schnellsten Annäherung bzw. Entfernung der helleren Komponente eintreten, in einzelnen Fällen auch beträchtlich nach diesen Zeiten. Im ersten Falle gehen die Abweichungen der Länge in der Bahn bis zu mehr als 60°, im

¹⁾ *P. Guthnick* und *R. Prager*, Photoelektrische Untersuchungen an spektroskopischen Doppelsternen und an Planeten. II. Veröff. der Kgl. Sternwarte zu Berlin-Babelsberg, Bd. II, Heft 3. Berlin, Ferd. Dümmler, 1918. VI, 164 S., 17 Tafeln.

²⁾ Man nimmt an, daß die zweite Komponente nicht mehr als höchstens 2. Größenklassen schwächer sein darf als die hellere, um noch durch ihre Linien im Spektrum nachweisbar zu sein.

¹⁾ Diese Annahme hat, nebenbei bemerkt, zur Folge, daß jede der beiden Komponenten bei kreisförmiger Bahn unverrückt im Zenit eines festen Punktes der Oberfläche der anderen steht, bei elliptischer Bahn dagegen periodisch um das Zenit dieses Punktes pendelt, wobei gleichzeitig der Abstand der beiden stets einander zugekehrten Oberflächengebiete periodisch um einen Mittelwert schwankt.

zweiten bis zu mehr als 70°. Auch der lichtelektrisch entdeckte δ Cephei-Veränderliche β Cephei bestätigt die Regel nicht. Mit derselben stehen und fallen aber auch die erwähnten Theorien, abgesehen von anderen Schwierigkeiten, die sich bei näherer Überlegung ergeben hatten.

Noch zwei mit der Doppelstern-Annahme wesentlich zusammenhängende Punkte sind zu erwähnen. Vergleicht man bei den gewöhnlichen spektroskopischen Doppelsternen, deren Bahnelemente hinreichend genau bekannt sind, die *Bahnexzentrizität* mit der Umlaufzeit, so findet man, daß im großen ganzen die Exzentrizität mit wachsender Umlaufzeit zunimmt; für die ganz kurzen Umlaufzeiten ist die Exzentrizität in der Regel verschwindend klein. Da im allgemeinen mit kurzer Umlaufzeit geringer Abstand der Komponenten verbunden sein wird, so war diese Beziehung a priori zu erwarten. Ihr ordnen sich jedoch die δ Cephei-Sterne keineswegs ein. Die Bahnexzentrizität dieser Sterne ist durchschnittlich um das Vielfache größer als die der gewöhnlichen spektroskopischen Doppelsterne gleicher Umlaufzeit, und ein Anwachsen der Exzentrizität mit der Periodenlänge findet nicht statt. Der zweite Punkt betrifft die

Massenfunktion $f(m_1, m_2) = \frac{m_2^3 \sin^3 i}{(m_1 + m_2)^3}$, die eine aus den Radialgeschwindigkeiten abzuleitende Beziehung zwischen den Massen m_1 und m_2 der beiden Komponenten darstellt. Unter i ist das Komplement der Neigung der Bahnebene gegen die Gesichtslinie zu verstehen. Während der in Einheiten der Sonnenmasse ausgedrückte Wert der Massenfunktion bei den gewöhnlichen spektroskopischen Doppelsternen mit wenigen Ausnahmen zwischen den Grenzen 0,01 und 1 liegt, ist er bei allen bisher untersuchten δ Cephei-Sternen kleiner als 0,01 und im Durchschnitt nur einige Tausendstel. Da es aus verschiedenen Gründen nicht wahrscheinlich ist, daß i für die δ Cephei-Sterne im Durchschnitt kleiner ist als für die gewöhnlichen spektroskopischen Doppelsterne, so bedeutet die Kleinheit der Massenfunktion, daß bei den δ Cephei-Sternen die Masse m_2 der schwächeren (im Spektrum unsichtbaren) Komponente klein im Verhältnis zur Masse m_1 der helleren Komponente sein muß. Nun läge es ja nahe, anzunehmen, daß große Exzentrizität der Bahn bei kurzer Umlaufzeit, d. h. geringem Abstand der Komponenten, das Zustandekommen eines δ Cephei-Lichtwechsels begünstige. Aber weshalb ist dann nicht in allen, oder mit Rücksicht auf die Neigung i , wenigstens in viel zahlreicheren Fällen beträchtlicher Exzentrizität bei kurzer Umlaufzeit ein solcher Lichtwechsel vorhanden? Welche Rolle spielt dabei das Massenverhältnis $m_2 : m_1$?

Die aus der Doppelstern-Annahme entspringenden Schwierigkeiten bewirkten, daß in den letzten Jahren mehr und mehr die Neigung sich geltend machte, diese Annahme bezüglich der

δ Cephei- und verwandten Sterne zu verlassen und eine andere Erklärung zu versuchen. Die *neue Hypothese*, die in klarer und bestimmter Weise zuerst von *Shapley* formuliert worden ist, geht von der theoretisch begründeten Möglichkeit aus, daß die Masse eines gasförmigen Himmelskörpers Schwingungen (Pulsationen) vollführt, deren Hauptglied praktisch unbegrenzte Zeit bestehen kann, ohne von den Reibungswiderständen vernichtet zu werden. Den ursprünglichen Anlaß zu solchen Schwingungen muß eine gewaltsame Störung des Gleichgewichtes gebildet haben. Die Periode einer jeden der möglichen Schwingungen hängt unter gewissen Voraussetzungen nur von der Dichte der Gaskugel, nicht von ihrer Masse, ab; sie ist umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der Dichte. Die Hauptschwingung, d. h. die der längsten Periode und größten Amplitude, ist die aus einer Deformation nach der Oberflächenkugelfunktion 2. Ordnung entspringende. Die Hauptschwingungsdauer einer „polytropen“ Gaskugel von der mittleren Dichte der Sonne beträgt sehr nahe 2 Stunden. Diese Betrachtungen gelten jedoch nur für sehr kleine Schwingungsamplituden¹⁾.

Die bei den δ Cephei-Sternen beobachteten periodischen *Linienverschiebungen* wären danach als *Dopplereffekte* auf die Schwingungen der Oberfläche des Veränderlichen zurückzuführen, wenn man nicht Druckeffekte oder andere noch unbekannte Effekte von einem Betrage annehmen will, wie sie sonst noch nicht beobachtet worden und ganz unwahrscheinlich sind. Der *Lichtwechsel* wird nach der Vorstellung *Shapleys* dadurch erzeugt, daß die *Photosphäre* des Sternes periodisch von heißen Massen aus dem Innern durchbrochen wird.

Die Pulsationstheorie ist ohne Zweifel sehr bestrickend und anregend. Einige der bisher mehr oder weniger rätselhaft gebliebenen, an den δ Cephei-Sternen beobachteten Tatsachen, z. B. das Fehlen der zweiten Komponente im Spektrum, vermag sie zwanglos zu erklären. Dafür entstehen aber bei näherer Überlegung neue große Schwierigkeiten, die kaum zu beseitigen sein werden. Die Anwendung der Pulsationstheorie auf die δ Cephei-Sterne verlangt zunächst an Stelle der von der Theorie betrachteten sehr kleinen Massenverschiebungen riesengroße Schwingungsamplituden, um die beobachteten Schwankungen der Radialgeschwindigkeiten zu erklären; ferner Schwankungen der gesamten ausgestrahlten Energie von 100 % und mehr, die in vielen Fällen sich in Zeiträumen von wenigen Stunden — die Perioden der δ Cephei-Sterne gehen herab bis zu $3\frac{1}{4}$ Stunden — abspielen sollen, und in Massen, die doch wohl von der Größenordnung der Sonnenmasse sind. Diese Schwankungen sollen bei manchen dieser Sterne durch längere Zeiträume hindurch mit fast absoluter Regelmäßigkeit vor sich gehen. Periodische Temperaturschwankungen von dieser

¹⁾ Emden, Gaskugeln.

Schnelligkeit und dem erforderlichen Betrage (1000° und mehr) können nur als sehr unwahrscheinlich angesehen werden, allgemeine Absorptionsschwankungen in den Sternatmosphären, die den gleichen Effekt erzielen, kaum minder.

Kurz vor der Aufstellung der Pulsationstheorie, im Winter 1913—14, war nach Erprobung der lichtelektrischen Methode an einem besonders geeigneten Prüfungsobjekt von uns beschlossen worden, das δ Cephei-Problem von einer anderen Seite als bislang anzufassen. Der nach und nach sich herauskristallisierende leitende Gedanke war der: Sind die δ Cephei-Sterne und Verwandten enge Doppelsternsysteme mit einer der Lichtwechselperiode gleichen Umlauf- und Rotationszeit, so müssen, weil nicht alle spektroskopischen Doppelsterne mit nicht zu langer Periode Veränderliche vom δ Cephei-Typus sind, *besondere*, das Auftreten des Lichtwechsels *begünstigende* Umstände vorliegen.

Das schließt aber nicht aus, daß auch bei den gewöhnlichen spektroskopischen Doppelsternen kurzer Periode *Spuren eines mit dem Umlauf in der Bahn synchronen Lichtwechsels* vorhanden sind, die nur wegen ihrer Geringfügigkeit und der verhältnismäßig geringen Genauigkeit der älteren astrophotometrischen Methoden *bisher der Wahrnehmung sich entziehen konnten*.

Wären insbesondere solche Helligkeitsschwankungen an denjenigen spektroskopischen Doppelsternen nachweisbar, in deren Spektren die Linien der zweiten Komponente zweifellos sichtbar sind, und verrieten sie überdies vielleicht noch einen merklichen Einfluß der zweiten Komponente auf die Lichtkurve, so müßte dies ein schwerwiegendes Argument zugunsten der Doppelstern-Natur der δ Cephei-Sterne bilden. Weitere Kriterien könnte ferner die Auffindung solcher Fälle liefern, in denen augenscheinlich ein δ Cephei-Lichtwechsel mit einem echten Bedeckungslichtwechsel (Algol) vermischt auftritt, da der letztere naturgemäß ein Doppelsternsystem zur Voraussetzung hat.

Bereits in dem ersten Teil unserer Untersuchungen konnten wir es wahrscheinlich machen, daß mit spektroskopischer Duplizität — vorsichtiger ausgedrückt, mit periodischen Linienverschiebungen — in der Regel kontinuierliche Helligkeitsschwankungen verbunden sind, die in der gleichen Periode wie die Linienverschiebungen verlaufen. Unter den aufgefundenen Fällen waren einige, deren Doppelstern-Natur in Betracht des zusammengesetzten Charakters des Spektrums nicht wohl angezweifelt werden kann, auch wenn man periodische Schwankungen der Spektrallinien in einem scheinbar einfachen (nicht offensichtlich aus zwei übereinander gelagerten Komponenten bestehenden) Spektrum für einen hinreichenden Beweis der Duplizität nicht gelten lassen will. Weitere Fälle, in denen an-

scheinend δ Cephei- und Bedeckungslichtwechsel zugleich vorhanden ist, wurden dann bald darauf gefunden und an anderer Stelle veröffentlicht. Alle diese Fälle sind im zweiten Teil eingehender untersucht und noch um einige vermehrt worden. Auf Einzelheiten braucht hier nicht eingegangen zu werden.

An folgenden spektroskopischen Doppelsternen wurde ein δ Cephei-artiger oder verwandter Lichtwechsel, mit oder ohne sekundäre Wellen, festgestellt: ϵ und β Ursae majoris, α Canum venaticorum, γ Bootis, β Cephei; ferner an α Ursae majoris, bei dem kurzperiodische Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit bisher noch nicht sicher festgestellt ist. Von diesen zeigen ϵ Ursae, γ Bootis und β Cephei schwache, α Canum sehr deutliche Spuren einer zweiten Komponente im Spektrum. Bei β und ϵ Ursae sowie bei α Canum ist ferner neben dem δ Cephei-Lichtwechsel anscheinend ein Bedeckungslichtwechsel vorhanden. Bei β Ursae ist uns der Bedeckungs-Charakter des zweiten Lichtwechsels aus hier nicht zu erörternden Gründen später wieder zweifelhaft geworden. Der Stern β Cephei weist in bezug auf seine Bahnelemente alle Eigentümlichkeiten der δ Cephei-Sterne auf. Einen vom einfachen δ Cephei-Fall abweichenden, verwickelteren Lichtwechsel, der aber auch mit der spektroskopischen Periode verläuft, zeigten die Sterne α_1 Geminorum, ξ_1 Ursae majoris, \circ und ϕ Persei. Die drei letzten haben deutlich zusammengesetzte Spektren; an ihrer Duplizität kann daher nicht gezweifelt werden. Statt einer einzigen Welle, die höchstens mit kleinen sekundären Wellen besetzt ist, wie beim gewöhnlichen δ Cephei-Fall, waren bei diesen Sternen deren mehrere von gleicher Ordnung auf den Umlauf verteilt: bei α_1 Geminorum drei, bei ξ Ursae zwei, bei \circ und ϕ Persei bis zu sieben. Bei ϕ Persei fielen einmal an einer bestimmten Stelle der Lichtkurve einige Wellen aus; dies wiederholte sich nach einem spektroskopischen Umlauf des Systems. Man kann dies nicht wohl anders erklären als durch die Annahme, daß der Lichtwechsel durch ungleiche Helligkeitsverteilung auf der Oberfläche der veränderlichen Komponente verursacht wird, die in der gleichen Zeit sich um ihre Achse dreht, in der ein Umlauf im System vollendet wird.

Außer den genannten Sternen wurde noch eine Reihe anderer spektroskopischer Doppelsterne veränderlich gefunden, die aber meistens noch nicht näher untersucht sind; u. a. \circ Andromedae, ι Bootis, ξ Cephei, γ Orionis, η Ursae majoris; ferner von Sternen mit anormalem Spektrum, deren Duplizität a priori wahrscheinlich ist, γ Cygni und ϵ Persei.

Das Ergebnis der Untersuchungen läßt sich dahin zusammenfassen, daß die Doppelstern-Natur der δ Cephei-Sterne wieder in hohem Grade wahrscheinlich geworden ist. Indem wir sowohl

die photometrischen wie die spektroskopischen Beobachtungsdaten in Betracht zogen, gelangten wir zu folgender Vorstellung von der Ursache ihres Lichtwechsels:

Unter dem gegenseitigen Einfluß der Komponenten des Systems bilden sich auf deren Oberflächen mehr oder weniger beständige Gebiete verschiedener Leuchtkraft, die in Verbindung mit der im Mittel in der Umlaufzeit sich vollziehenden Rotation den Lichtwechsel verursachen¹⁾. Die ungleichförmige Helligkeitsverteilung ist wahrscheinlich auf meteorologische Vorgänge zurückzuführen: über den helleren Gebieten ist die Atmosphäre des Sternes durchlässiger als über den dunkleren Gebieten. Infolge ungleicher Rotationsgeschwindigkeit der verschiedenen Schichten und Zonen der Atmosphäre haben die hellen Gebiete, die als die eigentlichen Störungsgebiete zu betrachten sind, die Neigung, nach der der Rotationsrichtung entgegengesetzten Seite abzufließen, ähnlich wie es an den größeren Flecken des Jupiters direkt beobachtet wird. Es entsteht dadurch eine Helligkeitsverteilung mit einem in der Richtung der Rotation sehr starken, in der entgegengesetzten Richtung dagegen kleineren Gradienten. Dies verursacht die gewöhnlich vorhandene *Asymmetrie der Lichtkurven*. Die beobachteten *periodischen Veränderungen des Spektrums* der δ Cephei-Sterne stehen mit der Vorstellung im Einklang. Da das Licht der helleren Gebiete aus tieferen und heißeren Schichten der Atmosphäre stammt als das Licht der dunkleren Gebiete, so muß, wie es tatsächlich der Fall ist, der Spektraltypus des Sterns im Helligkeitsmaximum ein früherer sein als im Helligkeitsminimum. Ob die Schwankungen der Spektrallinien *nur* von der Bahnbewegung herrühren, ist unter diesen Umständen höchst zweifelhaft, und es liegen auch manche Anzeichen des Gegenteils vor. Es ist daher vorderhand nicht statthaft, aus ihnen Schlüsse mechanischer Natur zu ziehen, wenn das Vorhandensein eines starken Lichtwechsels die Gefahr erheblicher Beeinflussung der Linienverschiebungen durch andere Effekte als den von der Bewegung in der Bahn herrührenden Dopplereffekt näherückt. Es scheint z. B. nicht ausgeschlossen, daß die starken Exzentrizitäten der δ Cephei-Bahnen wenigstens zum Teil von solchen Effekten herrühren und in Wirklichkeit viel kleiner sind als die beobachteten Linienverschiebungen sie ergeben²⁾.

¹⁾ Man beachte bezüglich der aus der Annahme der Gleichheit von Rotations- und Umlaufzeit sich ergebenden eigentümlichen Verhältnisse die Fußnote auf Seite 713 (2. Spalte).

²⁾ Eine systematische Verfälschung der Radialgeschwindigkeitsbestimmungen, die bei den δ Cephei-Sternen und Verwandten ziemlich sicher vorhanden ist, besteht in folgendem. Die zu den Bestimmungen benutzten Sternlinien sind wohl in den seltensten Fällen einfache Linien; sie werden vielmehr meistens aus mehreren, nahe zusammenstehenden Linien verschiedener Herkunft zusammengesetzt sein, die infolge der verhältnismäßig geringen anwendbaren Dispersion

Der Umstand, daß mit sehr kleinem Wert der Massenfunktion in der Regel — jedoch nicht immer — Helligkeitsschwankungen nach δ Cephei-Art von beträchtlichem Umfang verbunden sind, dagegen mit normalem oder großem Wert der Funktion nur geringe Helligkeitsschwankungen dieser Art, scheint anzudeuten, daß die große Masse des Begleiters dem Zustandekommen eines δ Cephei-Lichtwechsels nicht günstig ist. Von einem meteorologischen Standpunkt aus kann dies nicht als unplausibel angesehen werden.

Eine Stütze erfährt die skizzierte Vorstellung in gewisser Beziehung durch das Ergebnis lichtelektrischer Messungen an dem Planeten Mars, dessen Oberfläche bekanntlich mit konstanten und veränderlichen Flecken und mit einer nicht unmerklichen Atmosphäre bedeckt ist; ferner durch das photometrische Verhalten der Satelliten des Jupiter und Saturn, insbesondere des Japetus, das offenbar unter dem Einfluß des nahen großen Planeten steht. Japetus zeigt eine starke, mit der Periode seines Umlaufs um Saturn verlaufende, sehr beständige Helligkeitsschwankung, die nach Charakter und Orientierung zur Bahnbewegung dem δ Cephei-Fall sehr ähnlich ist. Auch in diesen Systemen scheint allzu starke Einwirkung dem Zustandekommen eines stabilen, nicht getrennt werden. Um die für die Ableitung der Radialgeschwindigkeit notwendigen Wellenlängen der Sternlinien zu erhalten, muß man mit Hilfe des Rowlandschen Sonnenspektrums zunächst ermitteln, aus welchen Komponenten wohl die betreffenden Sternlinien zusammengesetzt sein werden. Das Gewichtsmittel der Wellenlängen dieser Komponenten (Gewichte nach Maßgabe der relativen Intensitäten der Komponenten im Sonnenspektrum, wenn ein anderweitiger Anhalt fehlt) wird dann als Wellenlänge der Sternlinie angenommen. Wenigstens ist dies prinzipiell das von den Beobachtern eingeschlagene Verfahren. Es ändert qualitativ für die folgende Betrachtung nichts, wenn man etwa die Wellenlänge einer einzigen Sonnenlinie in der betreffenden Gruppe zugrunde legen wollte, oder Wellenlängen, die im Laboratorium bestimmt sind. Da nun die relativen Intensitäten der Komponenten mit dem Spektraltypus zum Teil sehr stark variieren, so dürfte dieses Verfahren strenge genommen nur auf Sterne vom Spektraltypus der Sonne (G) angewandt werden. Für alle anderen Spektralklassen müssen sich merkbliche systematische Fehler aus ihm ergeben. In der Tat ist ein mit zunehmender Verschiedenheit der Sternspektren vom Sonnenspektrum wachsender systematischer Fehler der Radialgeschwindigkeiten, der auf die beschriebene Ursache zurückgeführt wird, nämlich der Campbellsche K-Effekt, seit längerer Zeit bekannt. Er beträgt am Anfang der Spektralreihe rund 5 km, beim Sonnentypus ist er, wie zu erwarten, nahezu Null. Da der Spektraltypus der δ Cephei-Sterne zwischen Minimum und Maximum der Helligkeit sich sehr beträchtlich ändert — bei δ Cephei z. B. um den nicht ungewöhnlichen Betrag von mehr als einer Klasse —, so sind bei ihnen periodisch veränderliche Einflüsse auf die Radialgeschwindigkeitsbestimmungen zu erwarten, die leicht 2–3 km erreichen können. Solche Beträge sind aber durchaus imstande, die Exzentrizität und die Lage der großen Achse der Bahnellipse ganz erheblich zu verfälschen, da die Schwankungen der Radialgeschwindigkeit bei den δ Cephei-Sternen verhältnismäßig gering sind. Der Durchschnitt der Amplituden von 10 genauer untersuchten Fällen beträgt nur 15 km.

regelmäßigen Lichtwechsels nicht günstig zu sein, da die äußersten Satelliten den beständigsten Lichtwechsel, die inneren dagegen sehr veränderliche Lichtkurven haben.

Gegen die *Fleckenhypothese* kann ein Einwurf gemacht werden, der auf den ersten Blick sehr schwerwiegend erscheint. Die Zunahme der Helligkeit vom Minimum zum Maximum verläuft in einigen extremen Fällen des δ Cephei-Typus (bei einigen Antalgolsternen) so steil, daß es kaum möglich erscheinen möchte, sie durch die Annahme einer rotierenden Kugel mit einer physikalisch plausibeln ungleichförmigen Helligkeitsverteilung darzustellen. Die Frage hat *Russell*¹⁾ mit besonderer Rücksicht auf die Helligkeitsschwankungen der kleinen Planeten und der Satelliten analytisch behandelt. Quantitative Schlüsse sind jedoch von ihm nicht gezogen worden. Ich habe daher vor kurzem die Frage empirisch an einem Modell mittels lichtelektrischer Messungen untersucht und gefunden, daß alle bisher beobachteten, gut begründeten mittleren Lichtkurven von δ Cephei- und verwandter Art durch konstante helle Flecken auf einer rotierenden Kugel reproduziert werden können, wenn man entsprechend der Wirkung einer absorbierenden Atmosphäre die künstliche Beleuchtung der Kugel nach dem Rande abnehmen läßt²⁾. Näheres hierüber wird in den Astronomischen Nachrichten mitgeteilt werden.

Außer dem δ Cephei-Problem behandelt die Veröffentlichung noch die Lichtschwankungen des Planeten Mars, deren Periode die Rotationszeit des Planeten ist, ferner die Helligkeit der Planeten Jupiter und Saturn, die zur Prüfung der Sonnenhelligkeit gedient haben³⁾, und einige andere Fragen. Der Beobachtungsapparat, das Meßverfahren und die Auswertung der Messungen sind im ersten Abschnitt der Veröffentlichung ausführlich erörtert.

Probleme der Glasforschung II.

Von Dr. E. Zschimmer, Jena.

Normale Gläser für wissenschaftliche und technische Zwecke.

Normale Gläser setzen normale Ansprüche an ihre Beschaffenheit voraus. Wer ein für seine

¹⁾ Astrophys. Journal 24, 1.

²⁾ Da nach der skizzierten Vorstellung die photometrisch wirksamsten Schichten der hellen Gebiete tiefer liegen müssen als die der dunklen, so kommt neben der nach dem Rande der mittleren Sternhemisphäre wachsenden Absorption der Atmosphäre noch ein weiterer Einfluß in Betracht, der von der Projektion der höher gelegenen photometrisch wirksamsten Schichten der Umgebung eines hellen Gebietes auf dieses herührt. Hierdurch muß ebenso wie durch die Absorption die Lichtkurve steiler werden. Die bei einigen Antalgolsternen beobachteten sehr schnellen Veränderungen der Lichtkurve, die auf sehr schnelle Änderungen der Helligkeitsverteilung hinweisen, können auf die obige Weise natürlich nicht dargestellt werden.

³⁾ Naturwissenschaften 6, 133, 1918.

Zwecke möglichst geeignetes Glas wünscht, muß möglichst bestimmt angeben, welche Mindestleistung das Glas erfüllen soll; dazu gehört physikalische Chemie. Mit der genauen Erforschung der Vorgänge beim Gebrauch der Gläser und daraus folgenden exakten Bestimmung der normalen Ansprüche beginnt die neuere Glasschmelzkunst, deren Wurzeln auf die Versuche des genialen Optikers *Fraunhofer* zurückreichen.

Fraunhofers Technik, große Fernrohlinsen herzustellen, wanderte nach Frankreich aus, eine Pariser Glashütte übernahm das Erbe deutscher Wissenschaft. Sein Gedanke, dem Glase neue, für die gesteigerte Wirkung der optischen Instrumente berechnete Eigenschaften zu erteilen, wurde 1834 von dem englischen Pfarrer *Harcourt* mit bewundernswerter Zähigkeit weiter verfolgt. Aber trotz der Mitwirkung des Physikers *Stokes*, mit dem sich *Harcourt* 1862 befreundete, blieben die interessanten Schmelzversuche ohne technischen Erfolg; sie fanden in englischen Zeitschriften ein ehrenvolles Begräbnis. Wie im kleinen, so im großen: auch die Hüttentechniker brachten in früherer Zeit hier und dort eine neue, eigentümlich zusammengesetzte Schmelze hervor. *Maës* in Clichy zeigte 1851 ein Glas von der merkwürdigen Zusammensetzung 56 % SiO_2 , 7 % B_2O_3 , 17 % K_2O , 2 % CaO , 14 % ZnO , 4 % PbO auf der Londoner Gewerbeausstellung, aus dem er Gefäße und Platten zur Anfertigung optischer Linsen herstellte. Doch den Hüttenversuchen war nur ein papiernes Fortleben in den Lehrbüchern der Glasindustrie beschieden¹⁾. Ihre Urheber schossen ins Blaue, da ihren Versuchen das wissenschaftlich begründete technische Ziel fehlte.

Wohl ist es möglich, daß jemand einmal einen guten Zufallstreffer macht, wenn er aus ungewöhnlichen Stoffen ein „schönes Glas“ zusammengeschmolzen hat, aber ein solcher Erfolg ist doch sehr unwahrscheinlich. Auch *Schott* hatte das erfahren müssen, als er sein erstes Lithiumglas an *Abbe* schickte, der ihm nur mitteilen konnte, daß es für die Optik wertlos war als die bekannten Krongläser. Technischen Sinn, d. h. den Sinn einer neuen Erfindung, können Schmelzversuche erst haben, wenn der Erfinder ein klar bestimmtes Ziel im Auge hat; man kann sagen, daß der Inbegriff aller neuen Ziele der Glasschmelzkunst in dem Gedanken eingeschlossen liegt: *Spezialgläser für wissenschaftliche und technische Zwecke* zu schaffen. Ein deutscher Gelehrter, der Direktor der Sternwarte und Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission, *Wilhelm Förster*, erkannte, wie wichtig es sei, den Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung des Glases streng wissenschaftlich zu erforschen. In einer Denkschrift vom Dezember 1880 verlangte er die Gründung eines staatlichen Laboratoriums, in welchem optische Gläser und — was hier besonders interes-

¹⁾ *Benrath*: Die Glasfabrikation. Vieweg, Braunschweig 1875.

siert — ein Normalglas für Quecksilberthermometer zu wissenschaftlichen Zwecken gefunden werden sollten. Inzwischen aber hatten *Abbe* und *Schott* in Jena schon Gläser mit neuen optischen Eigenschaften fertig gebracht; die Anregung *Försters* fiel auf fruchtbaren Boden. Der preußische Staat unterstützte das Unternehmen der beiden Erfinder, die 1884 das Jenaer Glaswerk in Betrieb setzten¹⁾. Dessen Aufgabe ist bis heute die Schaffung neuer Glasarten für besondere Anwendungsgebiete der Wissenschaft und Technik geblieben.

Das bekannte „Jenaer Normalglas 16^{III} für Thermometer“ war der erste praktische Erfolg. Es bedeutet deshalb einen unverrückbaren Markstein in der Geschichte der Glasindustrie, weil es das erste lebensfähige Kind der technischen Naturforschung auf diesem Gebiete gewesen ist, eine Frucht des grundsätzlich neuen Verfahrens: durch exakte Erforschung der Vorgänge beim Gebrauch die Mindestansprüche an ein besonders geeignetes Glas zu finden, um die Schmelzkunst anzuregen, ein solches Glas hervorzubringen. Die früher erwähnten²⁾ „technischen Leistungskonstanten“ sind es vornehmlich, in denen die Ansprüche zum Ausdruck kommen; beim Jenaer Normalglas war die Verminderung der Depressionskonstante des Thermometers das Ziel der Versuche.

Alle Gläser zeigen in mehr oder weniger starkem Maße sowohl mechanische als auch thermische Nachwirkungen. Ändert man gewaltsam ihre Form, so kehrt das Glas nach Entfernung des Zuges oder Druckes, der die Formänderung hervorbrachte, nicht sofort in den Ausgangszustand zurück, es bleibt ein Rest der Formänderung bestehen, der erst nach längerer Zeit verschwindet. Verwickelt werden die Verhältnisse beim Glase, wenn die Änderung der Form durch Temperaturwechsel hervorgebracht wird, besonders deshalb, weil das Glas unter dem Einfluß der Temperatur aus dem starr-elastischen in den dünnflüssigen Zustand stetig übergeht. Ein erweichtes Glasstück behält beim Erkalten Spannungen, also Formänderungen im Sinne einer inhomogenen Verteilung der Dichte, die sich erst nach Jahren zum Teil selbsttätig ausgleichen, zum Teil erst durch das sogenannte Nachkühlen oder künstliche Altern des gespannten Glasstücks verschwinden. Beim Thermometer überlagern sich nun diese von der Arbeit des Glasbläfers herrührenden „versteinigten Spannungen“ (*Schott*) und die im Gebrauch des Thermometers auftretenden vorübergehenden Spannungen; beide gleichen sich mit der Zeit aus. Da aber ein Thermometer häufig er-

wärmt und abgekühlt wird, so zeigt es, genau genommen, immer falsch, denn man weiß nie, in welchem Zustande der Formänderung das Quecksilbergemäß gegenüber dem ursprünglichen Zustande bei der Eichung sich augenblicklich befindet. Jahrzehnte hindurch haben die Physiker das merkwürdige Verhalten der Glasthermometer sorgfältig beobachtet, wobei hauptsächlich folgende Arten der thermischen Nachwirkung zu unterscheiden sind:

1. Erhitzt man ein Thermometer auf mäßig hohe Temperatur (z. B. 100°) und läßt es ziemlich rasch erkalten (etwa aus dem siedenden Wasser in die Luft bringt), dann bleibt das Quecksilbergemäß erweitert gegenüber seinem früheren Volumen bei niedriger Temperatur. Die Standhöhe des Quecksilbers fällt also unter den vorher im Eisbade angebrachten Nullstrich: der Eispunkt senkt sich. Man nennt diese Erscheinung die „Depression des Eispunktes“. — Die Depression wächst mit zunehmendem Alter des Thermometers, anfangs schneller, dann langsamer, bis zu einem hinreichend konstanten Werte. Der erreichte maximale Wert der Senkung des Eispunktes nach vorübergehender Erwärmung auf 100° und schnellem Erkalten heißt die „Depressionskonstante“ des Thermometers. Unter gleichen Umständen ist diese zugleich eine charakteristische Konstante der betreffenden Glasart.

2. Wenn man ein neu angefertigtes Thermometer ruhen läßt, es also nur den Schwankungen der Lufttemperatur aussetzt, so zieht sich das als Quecksilberbehälter dienende Glasgefäß fortgesetzt ein wenig zusammen. Infolgedessen hebt sich die einer bestimmten Temperatur entsprechende Standhöhe des Quecksilbers mit dem Alter. Man kann den Verlauf der Erscheinung verfolgen, indem man von Zeit zu Zeit die Lage des Nullpunktes im Eisbade beobachtet. Es zeigt sich dann eine langsame Erhebung des Eispunktes, die mit zunehmendem Alter des Thermometers immer schwächer wird. Man nennt sie den „säkularen Anstieg des Eispunktes“.

3. Längeres Erhitzen auf höherer, jedoch nicht zu hoher Temperatur (unterhalb 250°) und darauffolgende möglichst langsame Abkühlung steigert den säkularen Anstieg und zugleich die Depression. Diese Art der Behandlung nennt man „künstliches Altern“.

4. Durch Erhitzen auf Temperaturen über etwa 250° und darauffolgende Abkühlung (ohne besondere Vorsichtsmaßregeln) wird ebenfalls der säkulare Anstieg beschleunigt, hingegen die Depression vermindert. Letztere wächst dann wieder mit dem Alter des so behandelten Thermometers.

Angesichts dieser Tatsachen mußten die Messungen mit Quecksilber-Thermometern in sehr bedenklichem Lichte erscheinen. * Man kam zu dem merkwürdigen Ergebnis, daß man ohne Wissen von der „Lebensgeschichte“ des Thermometers überhaupt keine zuverlässigen Ablesungen der

¹⁾ Die naheliegende Frage, warum der preußische Staat nicht zur Bedingung gemacht hatte, das Werk auf preußischem Gebiet zu errichten, beantwortet sich sehr einfach: *Abbe* und *Schott* wollten in Jena bleiben; sie aber waren diejenigen, die bereits zur Wirklichkeit gemacht hatten, was man in Berlin damals erst beachtete.

²⁾ „Naturwissenschaften“ S. 514, Heft 35 (1918).

Temperatur machen kann; aber selbst, wenn der Beobachter über die Geschichte seines Thermometers genau Buch führt, bleiben unberechenbare Fehler in der Ablesung bestehen.

Glücklicherweise ist die thermische Nachwirkung, im besonderen die Depression des Eispunktes, keine feststehende Eigenschaft des Glases. *R. Weber*¹⁾ beobachtete zuerst einen auffälligen Unterschied der Depressionskonstante an zwei verschieden zusammengesetzten Gläsern:

SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	Depressionskonstante
68,30	12,08	8,27	10,41	1,28	0,48
65,00	0,07	19,51	13,58	2,04	0,11

Weber schloß daraus, „daß die Zusammensetzung der Gläser einen maßgebenden Einfluß auf die Depressionserscheinung ausübt. Als ungünstig sind die sehr leichtflüssigen Alkalikalkgläser zu bezeichnen, welche ihrer bequemeren Handhabung wegen vielfach Anwendung finden. Ein günstiges Resultat ergaben *reine Kaligläser* mit reichlichem Gehalt an Kieselsäure und Kalk.“ Er ließ zwei Schmelzen nach der Zusammensetzung des von ihm untersuchten *reinen Kaliglasses* herstellen und fand, daß die daraus angefertigten Thermometer übereinstimmend eine Depressionskonstante von 0,09° entsprechend der oberen Messung zeigten — gegenüber dem *Natronkaliglas* ein erheblich geringerer Wert, aber für physikalische Messungen noch bedenklich hoch. Eine dankbare Aufgabe für die Glasschmelzkunst war jetzt gegeben: ein Thermometerglas, dessen Depression soweit vermindert ist, daß es für alle feineren thermometrischen Zwecke genügt.

Schott löste diese Aufgabe in gemeinsamer Arbeit mit dem Physiker *H. F. Wiebe*, der das Verhalten zahlreicher Versuchsthermometer aus neuen Gläsern bei der Normaleichungskommission sorgfältig beobachtete. Es darf nicht unbeachtet bleiben, daß die von *Schott* dargestellten Gläser viel mehr der glücklichen Phantasie des Erfinders, als weitläufigen systematischen Versuchen über die Abhängigkeit der Depressionskonstante von der chemischen Zusammensetzung des Glases entstammen. Man braucht sich nur vorzustellen, was es bedeutet, „die Depressionskonstante eines neuen Glases zu ermitteln“, um einzusehen, daß es ein uferloses Beginnen gewesen wäre, auf dem Wege systematischer Forschungen die neuen Gläser zu „finden“. Jede Depressionskonstante erfordert mehrere fertige Thermometer, die zur Beobachtung dienen; um ein Thermometer zu machen, braucht man geeignete Röhren, und hierin die genügende Schmelzmenge, um solche Röhren ziehen zu können; endlich: die Prüfung der Thermometer selbst erstreckt sich auf Wochen und Monate!

Um die Mitte der achtziger Jahre konnte das schon genannte „Jenaer Normalglas 16 III“ zu Herstellung amtlich geprüfter Fieberthermometer eingeführt werden, da es durch seine Zusammensetzung eine mittlere Depression von nur fünfhundertstel Grad verbürgt¹⁾. Bald folgte das höherwertige „Borosilikat-Thermometerglas 59 III“ mit 3,5 und später ein „alkalifreies Thermometerglas 477 III“ mit der kleinsten bisher überhaupt erreichten Depressionskonstante von 1,4hundertstel Grad. Spätere Versuche ergaben, daß das Borosilikat-Thermometerglas „allen feineren thermometrischen Zwecken genügt“; es zeichnet sich außerdem durch einen niedrigen kubischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = 0,0000171$ vor den bis dahin gebräuchlichen Thermometern mit hoher thermischer Ausdehnung vorteilhaft aus.

Um den erreichten Fortschritt zu beurteilen, beachte man die von *Wiebe*²⁾ aufgezeichnete interessante *Lebensgeschichte eines Thermometers aus Thüringer Glas*, aus der ich nur den Anfang und den Schluß anführe: Nachdem das Thermometer mehrere Monate in Ruhe lag, zeigte es im Jahre 1881 den Eispunkt + 0,21 und nach halbstündigem Erhitzen auf Siedetemperatur eine Depression von 65hundertstel Grad. Bis zum Jahre 1888 war der Eispunkt auf 7,07 (!) gestiegen, die Depression betrug, unter gleichen Umständen, 42hundertstel Grad, während sie in den zwischenliegenden Jahren 56, 60, 61 und 66hundertstel Grad ausmachte. Ein solches Thermometer gehört nicht zu den wissenschaftlichen Meßinstrumenten.

Wie aber die Depression des Eispunktes mit all den übrigen merkwürdigen Erscheinungen in der „Lebensgeschichte“ eines Thermometers zu erklären ist, wissen wir bis heute noch nicht; daher sollten sich die Naturforscher mit den Tücken eines ihrer wichtigsten Meßinstrumente auch weiterhin beschäftigen. Die oben gegebene Übersicht von Arten der thermischen Nachwirkung erschöpft die unaufgeklärte Mannigfaltigkeit der Vorgänge keineswegs; der Raum verbietet, auf die umfangreiche Literatur näher einzugehen. Die Depressionskonstante bleibt vorläufig eine technische Konstante, die rein erfahrungsmäßig aus der unmittelbaren Beobachtung des fertigen Gerätes im Gebrauch bestimmt wird. Dabei kann sich das physikalisch-chemische Gewissen auf die Dauer nicht beruhigen. Denn offenbar muß diese Größe eine Funktion der physikalischen Konstanten des Glases sein, und es müßte ermittelt werden, welche es sind. Bis dahin bleibt der theoretische Zusammenhang der großen Zahl exakter Messungen, die sich in Jahrzehnten angesammelt haben, im Dunkeln.

Dem Physiker mag es sonderbar scheinen, daß man von den Gläsern 16 III und 59 III nicht das thermisch bessere (59 III) zum „Normalglas für

¹⁾ Als Schutzmarke trägt das Normalglas einen einfachen, rötlich violetten Längsstreifen. (Gläser mit doppeltem Streifen sind nicht Jenaer Glas.)

²⁾ Zeitschr. f. Instrumentenkunde 6, 167 (1886).

¹⁾ Ber. d. Berliner Akademie, 13. Dez. 1883.

Thermometer“ wählte; natürlich hatte man dafür praktische Gründe. Das Normalglas 16 III wurde zuerst erfunden und eignete sich vorzüglich zur Anfertigung der *ärztlichen Fieberthermometer*. Der Mindestanspruch einer Depression von nicht mehr als 5hundertstel Grad genügt, um Zehntelgrade der Fiebertemperatur richtig zu messen. Außerdem war dieses Glas den Thermometermachern auf dem Thüringer Wald angenehm, weil es sich leicht vor der Lampe verarbeiten läßt. So kam der Name „Normalglas für Thermometer“ als amtliche Bezeichnung nur dem *Fieberthermometer* zugute.

In neuester Zeit beginnt nun der allgemeinere Gedanke des „Normalwerkstoffs“ sich durchzusetzen. Der „Normenausschuß der deutschen Industrie“, ursprünglich für den Maschinenbau bestimmt, beabsichtigt, *alle* Werkstoffe in den Kreis der „deutschen Industrie-Normen“ einzuschließen¹⁾, hierbei dürfen die *Gläser* nicht fehlen. Es würde ebenso folgerichtig wie auch dem praktischen Bedürfnis und der Bedeutung der deutschen Glasindustrie im Welthandel entsprechend sein, wenn die Jahrzehnte lang fortgeführten exakten Untersuchungen der Normaleichungskommission und Physikalisch-Technischen Reichsanstalt dazu führen sollten, dem bekannten Normalglas für *ärztliche* Thermometer noch ein zweites für die *physikalisch-chemischen Thermometer* hinzuzufügen. Praktischen Wert für den Naturforscher kann die Aufstellung dieser höheren Klasse von Thermometergläsern nur dann besitzen, wenn die neue Glasbezeichnung durch *Prüfungsämter* eingeführt wird und das Glas der amtlich gestempelten Thermometer die gestellten Mindestansprüche in bezug auf seine thermischen Eigenschaften *verbürgt*. Da der Physiker und Chemiker beträchtlich höhere Temperaturen ablesen muß als der Arzt, so treten bei einem Normalglas für *physikalisch-chemische* Thermometer außer der kleinen Depression noch andere Ansprüche hinzu; ich erinnere nur an den „säkularen Anstieg des Eispunktes“ und den niedrigen Ausdehnungskoeffizienten. Es kommen aber neue Anforderungen aus dem Laboratorium in Betracht — Probleme der Glasforschung!

Auf Thermometer kann nun der Begriff des Normalglases in Zukunft nicht beschränkt sein; haben doch andere Gebiete der Wissenschaft und Technik dasselbe Recht, für ihre besonderen Zwecke zuverlässige Normalgläser zu verlangen, die der *amtlichen Prüfung* unterstehen. Dieses Ziel hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Verbindung mit dem Jenaer Glaswerk längst verfolgt; die „Normen“ sind da, nur fehlte das gemeinsame Wort, um den gleichen Grundgedanken zum Vorschein zu bringen. Was die Reichsanstalt, begründet auf physikalisch-chemische Forschungen von *Förster, Kohlrausch, Mylius, Warburg* u. a.,

unter der *Haltbarkeitsklasse* chemischer Gerätegläser und optischer Gläser und der *thermischen Klasse* der Beleuchtungsgläser versteht, ist nichts anderes als der allgemeine Begriff des Normalglases für wissenschaftliche und technische Zwecke. Bei den von der Reichsanstalt aufgestellten „Klassen“ tritt die *Mannigfaltigkeit* der Ansprüche für die vorhandenen Bedürfnisse in den Vordergrund, wogegen mit dem Ausdruck „Normalglas für Thermometer“, der seiner Zeit von der Normaleichungskommission gebraucht wurde, die *Einheitlichkeit* der Glasart für einen bestimmt begrenzten Zweck unterstrichen werden sollte.

Offenbar sind die Gesichtspunkte der Mannigfaltigkeit und Einheitlichkeit mit dem allgemeinen Begriff des „Normalglases“ wie des „Normalwerkstoffs“ überhaupt untrennbar *verbunden*. Wenn neuerdings bei der „Normalisierung“ der deutschen Werkstoffe durch den Normenausschuß der *wirtschaftliche* Vorteil durch Vereinheitlichung der übergroßen Zahl von Spielarten stark betont wird, so darf man nicht vergessen, daß der Reichtum der technischen Möglichkeiten, der in der *Mannigfaltigkeit* der Werkstoffe zum Ausdruck kommt, durch die Bezeichnung „normal“ mit gedeckt werden soll. Um die von der amtlichen Prüfung bestätigten Gläser treffend zu bezeichnen, müßte man daher in Zukunft sagen: „Normalglas für Thermometer, Klasse n“, „Normalglas für chemische Geräte, Klasse n“ usw. Da solche Bezeichnung aber bloß *einen* bestimmten Mindestanspruch an das Glas betrifft, so könnte es zweckdienlicher sein, zur „Klasse“ ein Kennwort hinzuzufügen, z. B.: „Normalglas für chemische Geräte, chemische Klasse 1, thermische Klasse 2“ usw. Denn im tatsächlichen Gebrauch stellt man meistens mehrere Ansprüche zugleich, die das Glas erfüllen soll.

Frühzeitig — wohl zuerst — hat man die chemische Widerstandsfähigkeit der Gläser beachtet und *Grenzen der Haltbarkeit* aufzustellen versucht. Wie schon beim Glasbegriff gezeigt wurde¹⁾, bewegten sich die Bemühungen, technische Normalgläser festzulegen, bis zum Jahre 1884 auf falscher Bahn.

Der Gedanke, eine chemische Formel für „das“ normale Glas zu finden, verlor den Sinn, als *Schott* der alten Glaswissenschaft seine gänzlich „unnormalen“ Gläser vorhielt, die in den wertvollsten technischen Eigenschaften das formelgerecht geschmolzene Kalk- und Bleiglas *übertrafen*. Hiermit setzten die Untersuchungen der obengenannten Forscher bei der Reichsanstalt ein. Sie hatten zum Ziele: die physikalisch-chemische Aufklärung der Vorgänge, die sich beim Gebrauch eines Glasgegenstandes in Berührung mit flüssigem und dampfförmigem Wasser unter verschiedenen Bedingungen abspielen. Die außerordentlich umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand bezeugt, daß wir uns hier in einem der interessantesten Kapitel der Glasforschung be-

¹⁾ Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1917, Seite 985 (als Sonderdruck erschienen).

¹⁾ Die „Naturwissenschaften“ 6, S. 509 (1918).

finden, dessen *Mittelpunkt der Begriff der Hydrolyse des Glases* ist. „Der wesentlichste Feind der Gläser ist das Wasser“ — mit dieser Bemerkung hat G. Keppeler¹⁾ das Verhältnis zwischen diesen beiden Stoffen sehr treffend bezeichnet. Man könnte hinzufügen, daß ihr feindliches Verhalten wechselseitig besteht. Da auch das Glas ein Feind des reinen Wassers ist, so war es von großer Bedeutung für die Chemie, den schädlichen Einfluß wenigstens auf praktisch unschädliche Reste herabzudrücken. Indem wir die Mitwirkung anderer Stoffe (wie z. B. Kohlensäure, Basen, Salze) vorläufig ausschließen — obwohl sie im praktischen Fall fast immer teilnehmen —, unterscheiden wir bei der reinen Wirkung des Wassers, ob die Berührung mit Dampf oder mit flüssigem Wasser stattfindet. Diese beiden Formen der Hydrolyse liegen den in Wirklichkeit gegebenen, etwas verwickelten Arten der Beanspruchung der Gläser zugrunde, nämlich: die sogenannte „Verwitterung“ an der Luft und die „Auflösung“ in wässrigen Lösungen aller Art.

Durch die zahlreichen Arbeiten über die Veränderung der Gläser in Berührung mit Wasser ist erwiesen, daß in weitaus den meisten Fällen kein rein physikalischer Vorgang (wie anfangs geglaubt wurde), sondern eine chemische Zerlegung, nämlich *hydrolytische Dissoziation* oder kurz, Hydrolyse stattfindet. Die Gläser verhalten sich zum Wasser ganz ähnlich wie viele andere salzartige Stoffe oder Mischungen. Darauf hat zuerst F. Mylius hingewiesen: „Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß das Wasser auch auf manche andere technisch wichtigen Produkte eine ähnlich zersetzende Wirkung ausübt, insbesondere auf die Seife (fettsaures Kali oder Natron), welche ebenfalls in einen löslichen alkalischen und in einen ungelösten sauren Teil gespalten wird . . . Der sich hier aufdrängende Vergleich von Glas und Seife mag auf den ersten Blick gesucht erscheinen; er ist aber insofern begründet, als das Wasserglas in der Seifenindustrie als Ersatz der Fettseife eine bedeutende, immer steigende Verwendung findet.“

Klasseneinteilung geführt haben. Zugrunde gelegt wird der Prüfung die mittels Jodeosin bestimmte, an das Wasser abgegebene Alkalimenge (als Na_2O berechnet) für den Quadratmeter Oberfläche, und zwar:

- nach dreitägiger Berührung des Gefäßes mit Wasser von 18° ,
- nach darauffolgender einstündiger Berührung desselben Gefäßes mit Wasser von 80° .

Mylius¹⁾ gibt hiernach folgende, später noch etwas veränderte und in Eosinwerten festgelegte Einteilung (s. w. u.) der Gebrauchsgläser:

Klasse	Milligramm Na_2O pro qm, nach dreitägiger Vorbehandlung an das Wasser abgegeben		
	a) 1 Woche in Wasser von 18°	b) 3 Std. in Wasser von 80°	
Quarzglas	0	0	Quarzglas
Wasserbeständige Gläser	0 — 0,4	0 — 1,5	Jenaer Borosilikat - Thermometerglas, 59 III (und neues Geräteglas 1910)
Resistente Gläser	0,4 — 1,2	1,5 — 4,5	Staassches Glas für Atomgewichtsbestimmungen
Härtere Apparategläser	1,2 — 3,6	4,5 — 15	Jenaer Normalglas 16 III für Thermometer
Weichere Apparategläser	3,6 — 15	15 — 60	Bleikristallglas
Mangelhafte Gläser	über 15	über 60	

Die erhaltenen Zahlen schwankten für chemische Gerätegläser verschiedener Herkunft, ausgedrückt in äquivalenten Mengen Na_2O :

- zwischen 0,10 und 1,3 mg Natron pro qm,
- „ 0,67 „ 20,3 „ „ „ „

Alkaliabgabe in mg pro 1 m² Oberfläche.

	Böhmisches Kaliglas von Kavalier	Früheres Jenaer Geräteglas		Jenaer Geräteglas 1910	
		ungekühlt	gekühlt	ungekühlt	gekühlt
In Wasser von 20° , achttägige Berührung .	1,38	0,43	0,30	0,32	0,10
Ebenso, dann noch 3 Stunden in Berührung mit Wasser von 80°	5,60	1,82	0,43 — 0,6	1,55	{ kaum merklich sauer

Für chemische Geräte kommt in erster Hinsicht das Verhalten der Glasoberfläche gegenüber dem Wasser bei verschiedener Temperatur in Betracht. Auf diese Beanspruchung beziehen sich die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vorgenommenen Prüfungen der Gerätegläser, die zu einer von Mylius vorgeschlagenen

Ein auffallender Unterschied ergibt sich je nach der Behandlung der Gefäße in den Hütten, und zwar beim Kühlprozeß. Nach O. Schott²⁾ übt die in den Verbrennungsgasen enthaltene schweflige Säure einen merklichen Einfluß aus auf die Beschaffenheit der Oberfläche. Es bilden

¹⁾ Bei R. Dralle: Die Glasfabrikation, München 1911.

²⁾ Deutsche Mechaniker-Zeitung 1 (1908).
Verzeichnisse des Jenaer Glaswerks Nr. 388 (1905); Nr. 986 (1910).

sich anscheinend schwefelsaure Salze der Alkalien, und so wird die gekühlte Oberfläche stärker ausgelaugt durch das Spülwasser als es ohne diese Reaktion geschieht. Nach der Prüfung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt verhält sich die Alkaliabgabe der besten im Handel befindlichen Gerätegläser in mg pro m² Oberfläche (Berührungszeit bei diesen Messungen nicht 3, sondern 8 Tage), so wie es die Tabelle auf S. 721 (unten) zeigt.

Später hat Mylius¹⁾ eine nach Eosinwerten getroffene hydrolytische *Klasseneinteilung der Gläser* (Tabelle auf S. 722) vorgeschlagen, die die Reichsanstalt den Prüfungsscheinen zugrunde legt. Es bedeutet in der *Hydrolytische Klassen der Gläser* überschriebenen Tabelle:

a) Die „*Verwitterungsalkalität*“, d. h. die Menge Jodeosin in mg/m² gemessen, die auf der frischen Bruchfläche nach 7-tägiger Verwitterung in Luft gebunden wird, die bei 18° mit Wasserdampf gesättigt ist.

b) Die „*Lösungsalkalität*“, d. h. die Jodeosinmenge, in mg/m², welche von einem auf die geblasene Oberfläche wirkenden wässerigen Auszuge (II und III) gebunden wird. (Auszug I entspricht der Vorbehandlung mit Wasser.)

Die als Grenzwerte festgesetzten Zahlen sind folgende:

der Chemie“ herzustellen. Bei der hydrolytischen Klasseneinteilung der Gläser hatte man natürlich nur den *Großverbrauch* von chemischen Geräten für solche Arbeiten im Auge, bei denen wässrige Lösungen und organische Flüssigkeiten verhältnismäßig kurze Zeit auf Glas einwirken. Temperatur und Druck halten sich dabei jedenfalls in mäßigen Grenzen. Es handelt sich also um das allgemeine Arbeitsgerät auf dem Tisch des Chemikers. Wenn man für diesen weitaus größten Bedarf den Begriff eines Normalglases zahlenmäßig festsetzen will, so darf man wohl sagen: In *chemischer* Beziehung genügt die Prüfung der Glasgeräte nach dem Verfahren der Reichsanstalt, um allgemein „gute“ und „schlechte“ Gläser zu trennen. Jedenfalls kann man behaupten: das große Heer der *gewöhnlichen*, für chemische Zwecke *nicht* genügend haltbaren Alkali-Silikatgläser wird durch die Eosinprobe ausgeschaltet. Aber die übrigbleibenden Gläser erster Klasse wird ein vorsichtiger Chemiker doch nicht unbesehen in Gebrauch nehmen. Das chemische Arbeitsgerät für den täglichen Gebrauch muß noch andere Bedingungen erfüllen — auch andere *chemische* Bedingungen —, die man aus der Alkalität nicht erkennt. Gibt es doch alkalifreie Gläser, die sehr schlecht sind! Dazu kommt die Frage, was denn bei der Zersetzung des besten Glases, nach län-

Hydrolytische Klassen der Gläser.

mg Jodeosin auf 1 m².

Hydrolytische Klassen	Amtliche Bezeichnung der Glasarten	a) Verwitterungsalkalität der Bruchfläche	b) Lösungsalkalität der geblasenen Oberfläche nach Einwirkung		
			des 1. Auszuges bei 18° in 3 Tagen	des 2. Auszuges bei 18° in 7 Tagen	des 3. Auszuges bei 80° in 3 Stund.
1. Klasse	Wasserbeständige Gläser	0—5	?	0—5	0—20
2. „	Resistente „	5—10	?	5—16	20—61
3. „	Härtere Apparaten- „	10—20	?	16—49	61—202
4. „	Weichere Apparaten- „	20—40	?	49—202	202—809
5. „	Mangelhafte „	über 40	?	über 202	über 809

Die Klasseneinteilung ist leicht zu merken, da jeder *schlechteren* (höher bezifferten) Klasse der *doppelte Wert* der Verwitterungsalkalität der vorhergehenden (besseren) Klasse entspricht. Die Frage ist, ob durch die Grenzwerte der Alkalität eines chemischen Geräteglases die normalen Ansprüche an die Leistungen für den Gebrauch im Laboratorium und in der chemischen Industrie hinreichend bestimmt sind. Eine kurze Überlegung zeigt, daß davon keine Rede sein kann.

Die Ansprüche des Chemikers an sein Arbeitsgerät sind so verschieden, daß es keinen Stoff gibt, der für alle Fälle widerstandsfähig genug wäre, um daraus „Normalgeräte für alle Zwecke

gerer Einwirkung der darin gekochten Flüssigkeiten, an *anderen* Stoffen abgegeben wird, außer den Alkalien. Für metallurgische Arbeiten kann das hydrolytisch „beste“ Glas *schlecht* sein, wenn es Blei, Zink oder andere Metalle bei der unvermeidlichen Zersetzung seiner Oberfläche durch den Angriff der eingeschlossenen Flüssigkeiten ausscheidet; den Chemiker, der *Alkali* bestimmen will, werden solche Metalle nicht stören; der *Organiker* stellt seine besonderen Ansprüche. Für die *gerichtliche Chemie* dürfen nur Gläser verwendet werden, die kein *Arsen* enthalten. In der Regel macht man dem Gemenge des Glases einen geringen Zusatz von arseniger Säure, um die Schmelze gut zu läutern, d. h. blasenfrei zu erhalten. Dieser unscheinbare Bestandteil der Glasmasse kann verhängnisvoll werden, wo dem Che-

¹⁾ Silikat-Zeitschrift, Coburg 1, 2 (1913).

miker die Entscheidung zufällt, eine Arsenvergiftung an Leichenresten nachzuweisen¹⁾).

Allerdings haben sich die Chemiker über die Zusammensetzung ihres Geräteglases noch wenig Kopfschmerzen gemacht, wohl aber die *Pharmazeuten*. Zwar bildet die Aufbewahrung von Chemikalien in Glasgefäßen eine ganz andere Beanspruchung als die analytische und synthetische Arbeit im Laboratorium; aber man bekommt ein anschauliches Bild der vielseitigen chemischen Ansprüche, wenn man einmal hört, was die Pharmazie verlangt.

*Lesure*²⁾ hält es für zweckmäßig, nach folgenden Gesichtspunkten die geeigneten Gefäße zur Aufbewahrung oder Zubereitung und analytischen Prüfung von Chemikalien auszuwählen:

1. Für Lösungen mit hydrolysierbaren Bestandteilen (Typus Kokain): *neutrale* Gläser, d. h. solche, die unter den gewöhnlichen Bedingungen der Sterilisation im Autoklaven kein Alkali abgeben.

2. Für Salzlösungen, welche mit Kalk unlösliche Verbindungen bilden (Phosphate, Arsenate usw.): kalkfreie Gläser, d. h. Gläser, welche (außer Alkalien) z. B. Aluminium, Zink oder Magnesium enthalten.

3. Für wenig veränderliche Substanzen (Natriumkakodylat, Methylarsenat, Salze des Strychnins, Sparteins, Quecksilbers, Lösungen von Chloriden, Sulfaten usw.) wird man vorzugsweise zu *wenig alkalischen* Gläsern greifen, die z. B. nicht mehr verbrauchen als 5 cm³ $\frac{1}{100}$ normale Sodaauflösung auf 100 cm³ Lösung in einem Kolben von entsprechender Größe nach $\frac{1}{2}$ -stündigem Erhitzen auf 100°.

4. Für die Lösungen von Chlorüren, Bromüren, Jodüren usw. wird man *Bleigläser* ausschließen.

„Chemisch-normal“ ist also ein zweifelhafter Begriff vom Glase! In Wahrheit haben wir es nicht mit einem feststehenden Anspruch, sondern vielmehr mit einem *Problem der Glasforschung* zu tun, mit dem sich auch der Chemiker befreunden sollte.

Aber mit der chemischen Seite allein ist die Bestimmung normaler Gerätegläser nicht abgetan, es kommen *thermische Ansprüche* hinzu. Früher brauchte man darüber nicht viel nachzudenken. Man war gewohnt, daß „das“ Glas bei rascher Erhitzung oder Abkühlung infolge von Temperaturspannung platzte. Heute kennt jeder Chemiker den Unterschied zwischen den gewöhnlichen Silikatgläsern und dem *Jenaer Geräteglas*, dessen wesentlichster Vorzug die gesteigerte thermische Widerstandsfähigkeit ist. Wo aber große Unterschiede in den *physikalischen* Eigenschaften von chemisch gleichwertigen Gläsern möglich

sind, muß man ihre Grenzwerte bei der Bestimmung eines Normalbegriffes für Geräte beachten.

Offenbar wird im Momente des Springens die Festigkeitsgrenze des durch ungleiche Erwärmung gespannten Körpers überschritten. Da nun die *Druckfestigkeitsgrenze* aller bekannten Gläser bedeutend größer ist als ihre *Zugfestigkeit*, so wird sich die Wirkung der vorhandenen Zugspannung zuerst äußern; bevor die gleichzeitig vorhandene Druckspannung die Zertrümmerung herbeiführt, *zerreißt* das Glas, weil die Grenze der Zugfestigkeit überschritten wird. Aus diesen und anderen Überlegungen gelangt *Winkelmann*¹⁾ zur Definition eines „*thermischen Widerstandskoeffizienten*“:

$$W = \frac{Z \sqrt{k}}{E \cdot \alpha \cdot V \cdot s \cdot C}$$

In Worten besagt die Formel, daß die Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel der Zugfestigkeit Z und der Wurzel aus der Wärmeleitfähigkeit k direkt proportional ist, hingegen umgekehrt proportional dem Elastizitätsmodul E , dem Ausdehnungskoeffizienten und der Wurzel aus der Wärmekapazität der Volumeneinheit. Sie wurde von *Winkelmann* unter der Voraussetzung abgeleitet, daß die Oberfläche des Körpers eine unendlich ausgedehnte Ebene sei. Hat die darunter befindliche unendliche Glasmasse die Temperatur τ , und wird die Oberfläche plötzlich auf τ_0 abgekühlt, dann ist die höchste Temperaturdifferenz, welche die Glasmasse ohne zu springen verträgt:

$$\tau - \tau_0 = \alpha \cdot W,$$

wenn α einen von der chemischen Zusammensetzung des Glases unabhängigen Faktor bedeutet. Um die Widerstandsfähigkeit *unmittelbar* zu prüfen, stellte *Winkelmann* mit Gläsern folgende Versuche an: Polierte Würfel von 20 bzw. 10 mm Kante wurden in Wasser oder über 100° in Glycerin erhitzt und plötzlich in kaltes Wasser getaucht. Hierbei treten Sprünge auf, deren Zahl um so größer ist, je weiter das zulässige Temperaturintervall überschritten wird. Es ist bemerkenswert, daß das vorher erwähnte Jenaer Borosilikatglas 59 III für Thermometer zugleich mit der geringen thermischen Nachwirkung eine vorzügliche thermische Widerstandsfähigkeit besitzt. Zu den „chemischen Verwandten“ dieses Glases gehört auch das bekannte Jenaer Geräteglas. Die Widerstandsfähigkeit dieses Glases beim Anheizen charakterisiert sich nach *A. Winkelmann*²⁾ und *O. Schott* wie folgt: Bechergläser aus diesem neuen Glase dürfen unmittelbar (ohne Drahtnetz) der Wirkung von einem oder mehreren Bunsenbrennern ausgesetzt werden, um Wasser zum Sieden zu bringen und im Sieden zu erhalten; auch die größten Bechergläser halten eine derartige Behandlung aus. Der Temperaturanstieg über dem Bunsenbrenner ist mit und ohne Drahtnetz vergleichsweise:

¹⁾ Für diesen Zweck stellt das Jenaer Glaswerk besondere arsenfreie Gläser her.

²⁾ Journ. de pharmacie 15/1 u. 1/2, 1910. [Ref.: Bull. soc. d'encouragement 113, 244 (1910)].

¹⁾ Ann. d. Physik 51, 730 (1894).

²⁾ Siehe Anmerkung 1.

Ohne Drahtnetz		Mit Drahtnetz	
Zeit in Min.	Temperat.	Zeit in Min.	Temperat.
0	11,0°	0	10,5°
6	61,0°	6	36,5°
11,3	Wasser siedet	12	59,2°
		18	78,9°
		24	92,5°
		28,6	Wasser siedet

Der Gasverbrauch über dem Bunsenbrenner in der Minute:

A. Um 1 Liter Wasser von 13° in einem Becherglase von 10 cm Durchmesser zum Sieden zu bringen:

ohne Drahtnetz	mit Drahtnetz
30,5 L.	74,0 L.

B. Um 1 Liter siedendes Wasser in einem Becherglase von 10 cm Durchmesser im Sieden zu erhalten:

ohne Drahtnetz	mit Drahtnetz
1,1 L.	2,6 L.

Aus den Beobachtungen geht hervor, daß durch Fortlassung des Drahtnetzes eine Zeitersparnis von 60 % und eine Verminderung des Gasverbrauchs von 58 % erreicht wird, was natürlich nur möglich ist, wenn man dem Glase eine Zusammensetzung von genügend hoher thermischer Widerstandsfähigkeit erteilt.

Eine *amtliche thermische* Prüfung besteht zurzeit für Gerätgläser noch nicht; dagegen hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt eine Klasseneinteilung für *Beleuchtungsgläser* getroffen. Diese Einteilung soll sich auf Lampengläser beziehen, die für Lichtquellen mit offener Flamme bestimmt sind. Also insbesondere für Gaslicht, Petroleumlicht und Spirituslicht. (Elektrotechnische Glühlampengläser und andere Arten der Beleuchtung gehören nicht dazu.) Die Bewertung der verschiedenen Klassen stützt sich auf den Ausdehnungskoeffizienten wie folgt:

Klasse	Linearer Ausdehnungskoeffizient	Bezeichnung	Beleuchtungsgläser
I	0 bis $35 \cdot 10^{-7}$	hochhitzebeständige	
II	36 „ $45 \cdot 10^{-7}$	gut	
III	46 „ $55 \cdot 10^{-7}$	mäßig	
IV	56 „ $65 \cdot 10^{-7}$	schwach	
V	$66 \cdot 10^{-7}$ u. höher	minderwertige	

Die physikalisch-technische Reichsanstalt beglaubigt lediglich den Ausdehnungskoeffizienten. Wie sich aus der Formel von Winkelmann ergibt, ist der Ausdehnungskoeffizient *allein* nicht maßgebend für die thermische Widerstandsfähigkeit, dies gilt auch für die Beurteilung der Beleuchtungsgläser. Mit den in der Tabelle angeführten Bezeichnungen der thermischen Klassen als „hochhitzebeständige“, „guthitzebeständige“, usw. Beleuchtungsgläsern darf man keinen anderen Sinn verbinden, als den einer *relativen Bewertung der*

Glasmasse in bezug auf Temperaturspannungen, die von der Größe des Ausdehnungskoeffizienten unmittelbar abhängen. Zum Begriff eines *Normalglases* für eine bestimmte Beleuchtungsart (z. B. Gasglühlicht, Glühlampen) würde vom Standpunkt der *Beleuchtungstechnik* der Anspruch eines geringen Ausdehnungskoeffizienten nicht genügen. — Auch hier bleibt ein Problem der Glasforschung bestehen, dessen Lösung der Zukunft vorbehalten ist.

Glas ist in bezug auf den Verwendungszweck einer der vielseitigsten aller Werkstoffe. Dementsprechend ist das Problem des Normalglases für den Erfinder neuer Gläser ebenso wie für den technischen Naturforscher unerschöpflich. Mehr oder weniger bewußt hat man daher auch bei jeder Anwendung eines neuen Glases für bestimmte Zwecke die Herausbildung eines *Normalglases* angestrebt, dessen chemische Zusammensetzung die Erfüllung bestimmter Mindestansprüche im Gebrauch verbürgt. Bezeichnend ist, daß überall, wo eine gewisse *Sicherheit des Betriebes* technischer Einrichtungen von der Art und gleichmäßigen Beschaffenheit des benutzten Glases abhing, die Mindestansprüche auf Grund eines besonderen Prüfungsverfahrens festgelegt worden sind. Hierzu nur zwei Beispiele: das *Wasserstandsrohr* am Dampfkessel und der Schutzzyylinder für die *Grubenlampen* im Kohlenbergbau. In beiden Fällen hängt die Betriebssicherheit in erheblichem Maße von der Widerstandsfähigkeit des Glases ab.

Das *Wasserstandsrohr* muß dem Dampfdruck im Schiffs- und Lokomotivkessel gewachsen sein, es muß den Angriff des Kesselwassers vertragen und darf bei plötzlicher Abkühlung von außen nicht platzen. Die Festigkeit der älteren Wasserstandsrohren aus dem gewöhnlichen Kalk- und Bleiglas ist für kalten Wasserdruck sehr hoch. Wie *Schott*¹⁾ und *Herschkowitsch* nachgewiesen haben, hält Glas überhaupt bei der verschiedensten Zusammensetzung in Form von etwa 2 cm weiten, 2–4 mm starken Röhren *kalten Druck* von 200 bis 300 Atm. aus. Anders bei gesteigerter Temperatur des Kesselwassers und Dampfes. Hierbei müssen die Gläser nicht bloß dem Innendruck, sondern gleichzeitig auch einem hohen *Temperaturunterschied* widerstehen, der beim praktischen Gebrauch noch dadurch verschärft wird, daß die Außenwand des Wasserstandsrohres durch Luftzug oder angespritztes Wasser, Schnee usw. vorübergehend plötzlich abgekühlt wird. Um die Gläser daraufhin zu prüfen, haben *Schott* und *Herschkowitsch* die dem heißen Kesseldruck ausgesetzten Röhren durch Anspritzen mit einem kalten Wasserstrahl (eine Sekunde lang) zum Platzen gebracht und den entsprechenden Kesseldruck bestimmt. Während die gewöhnlichen Gläser bei dieser Behandlung nur 6–8 Atm. vertragen, hält

¹⁾ Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 46 (1901).

das Jenaer Durobarglas¹⁾ für Wasserstandsrohren im Mittel 31 Atm. heißen Kesseldruck beim Anspritzen mit kaltem Wasser aus. Es wäre eine dankbare Doktoringenieur-Arbeit, das Problem eines Normalglases für die Wasserstandsrohre der Dampfkessel mit naturwissenschaftlich-technischer Gründlichkeit *theoretisch und experimentell* zu behandeln. Was geschieht während des Gebrauches bei der Einwirkung des Kesselwassers und hochoberhitzten Dampfes bei vorübergehender plötzlicher Abkühlung der Außenwand des Rohres? Welchen Grenzanforderungen in bezug auf chemische Widerstandsfähigkeit, Unlöslichkeit, Festigkeit und thermische Widerstandsfähigkeit muß die Glasmasse des Rohres genügen? Wie ändern sich die Ansprüche mit den Abmessungen des Rohres, der Höhe des Wasserstandes usw.? Wie erklärt sich überhaupt das Zerspringen des Rohres, welche Arten von Spannungen treten dabei auf, und wie hängt der ganze Vorgang schließlich mit den *physikalischen Konstanten der Glasmasse* zusammen? — Dies sind einige der wichtigsten Fragen, mit denen das Wasserstandsrohr, wie gesagt, zum Problem der Glasforschung wird.

Ähnlich bei der *Grubenlampe*, von deren Betriebssicherheit das Leben der Bergleute abhängt, wo die Grube von schlagenden Wettern bedroht ist. An den Zylinder einer solchen Lampe werden mechanische und thermische Ansprüche bestimmter Art gestellt. Auch hier, wie in allen Fällen, kommt es darauf an, naturwissenschaftlich aufzuklären, was beim Gebrauch des Glaskörpers mit diesem geschieht, um die technischen Mindestansprüche eines Normalglases für diesen Zweck zu finden.

Bei der Betrachtung des allgemeinen Begriffs²⁾ hatten wir das technische Glas allgemein bestimmt als „ein in einer amorphen Substanz materialisiertes Bündel physikalisch-chemischer und technischer Konstanten, deren Werte bezüglich der chemischen Homogenität, inneren Reibung, Feuerbeständigkeit, Lichtdurchlässigkeit und Haltbarkeit innerhalb der Grenzwerte wählbar sind, welche zurzeit für die Normalgläser zu besonderen Zwecken festgelegt sind, zu denen die verschiedenen Glasarten zweckmäßig gebraucht werden können“. Vergleicht man damit die *praktisch* festgestellten Grenzwerte der Normalgläser für Thermometer, chemische Geräte und Gefäße, Beleuchtungszwecke, Wasserstandsrohren und Grubenlampenzylinder u. a., so wird man finden, daß in der Regel nur eine einzige von den allgemeinen Konstanten (nämlich die Haltbarkeit) genauere Bestimmung durch Grenzwerte gefunden hat. Dagegen sind die für den allgemeinen Glasbegriff *beliebigen* Konstantenwerte für die Normalgläser, je nach dem Zweck, dem sie dienen sollen, näher bestimmt. Kurz: man hat nur Grenzwerte festgesetzt bei Eigenschaften, auf die

es beim Gebrauch eines Normalglases *besonders ankommt* — also nur die „spezifischen“ Grenzwerte —, während man sich bei den „*allgemeinen*“ Eigenschaften darauf verläßt, daß das betreffende Glas „gut“ ist.

Der Optiker hat wohl zuerst erfahren müssen, daß man bei der Anwendung der Gläser nicht so leichtsinnig sein darf. In der Optik wird daher seit langer Zeit auch eine *allgemeine* Eigenschaft des Glases scharf geprüft, die nichts mit der spezifischen Leistung *optischer* Normalgläser zu tun hat: die Haltbarkeit. Für diesen Zweck hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die oben angeführte hydrolytische Klasseneinteilung nach der Verwitterungsalkalität eingeführt, und seitdem ist man gewohnt, in den Begriff, z. B. eines *Normalglases für Prismen*, die „hydrolytische Klasse“ einzuschließen.

Ohne Zweifel ist die Vernachlässigung der allgemeinen Grenzwerte des Glases auch bei anderen Normalgläsern ein Mangel der Bestimmtheit: Auch, wo der Spielraum für den Verwendungszweck des Glases sehr groß erscheint, sollte man nicht unterlassen, die Grenzwerte desselben in den Begriff des Normalglases einzuschließen. Man denke besonders an die Lichtdurchlässigkeit, die innere Reibung (Schmelzbarkeit), Feuerbeständigkeit (Unveränderlichkeit bei hoher Temperatur, namentlich in Berührung mit Verbrennungsgasen) stets vor allem, an die Haltbarkeit. Dazu nur einige Beispiele: Lampenzylinder können unbrauchbar sein, auch wenn sie niedrige Ausdehnung haben; Bleiglas bekommt in Berührung mit der Flamme einen Bleispiegel, ist also für viele Zwecke nicht genügend „feuerbeständig“; die meisten Gläser sind mehr oder weniger stark grün gefärbt durch Eisenoxyd oder (bei Anwendung von „Entfärbungsmitteln“) grau; sie können sehr verschieden in der Lichtdurchlässigkeit sein, und man kann die Färbung nicht vernachlässigen.

Ich darf diese Betrachtung wohl schließen in der Überzeugung, gezeigt zu haben, daß das Problem der Normalgläser recht interessante Aufgaben stellt, deren wissenschaftliche Bearbeitung lohnt.

Zoologische Mitteilungen.

Über das Verhalten der Landinsekten und Spinnen dem Wasser gegenüber handelt eine Arbeit von J. S. Szymanski im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 8. Fast 50 Insektenarten wurden mit Rücksicht auf die Frage untersucht, wie sie sich bei Überschwemmungen von den dabei entstehenden kleinen „Inseln“ ans „Land“ herüberretten können. Das zu prüfende Insekt wurde auf eine kleine Holzbrücke mit zwei Leitern gesetzt. Die Brücke wurde in ein Gefäß mit lauwarmem Wasser so eingebracht, daß sie über den Wasserspiegel emporragte und die beiden Leitern unter dem Wasserspiegel bis zum Gefäßgrund führten. Die auf die Brücke gebrachten Insekten zeigten die folgenden 4 Verhaltensarten: 1. Gut fliegende oder springende Insekten verlassen die Brücke, indem sie davon-

¹⁾ H. Thiene, Deutsche Mech.-Zeitg. 1912, S. 165.

²⁾ Die „Naturwissenschaften“ 6, 509 (1918).

fliegen bzw. über die Wasseroberfläche ans „Land“ hinüberspringen. Die leichten, schnell beweglichen Insekten, die ohne einen erhöhten Punkt nicht aufzufliegen vermögen, laufen schnell auf der Brücke auf und ab, fallen zufällig ins Wasser und bleiben schließlich auf dem Wasserspiegel regungslos liegen. Diese Arten können sich augenscheinlich aus einem überschwemmten Gebiet nur durch Davonfliegen retten. 2. Gut schwimmende Landinsekten, werfen sich spontan ins Wasser und schwimmen ans „Land“. 3. Eine Spinnenart (*Lycosa chelata*) läuft von der Brücke auf den Wasserspiegel hin. Wenn sie verhindert wird, das „Land“ zu erreichen, so bleibt sie mit zurückgezogenen Beinen regungslos auf dem Wasserspiegel liegen. Wenn sie in diesem Zustand auf die Brücke gebracht wird, so geht sie nicht wieder spontan ins Wasser. Andere Spinnenarten können auf dem Wasserspiegel weder laufen noch stehen, noch andere können darauf stehen, aber kaum laufen. 4. Schwere, langsame und nur schwer oder gar nicht fliegende Arten gehen spontan ins Wasser, gelangen in der Regel auf den Leitern bis zum Gefäßgrund und bemühen sich das „Land“ zu gewinnen. Zunächst suchen sie die ganze Brücke ab, dann machen sie einen Versuch, ins Wasser zu gehen, darauf einen zweiten, dritten usw., wobei sie ganz benetzt werden, bis sie schließlich definitiv unter den Wasserspiegel gehen. Dieses Verhalten beweist, daß das zunehmende Benetzen des Körpers als adäquater Reiz für das Untertauchen dient.

Die Tragödie der Flußmuscheln betitelt sich ein Aufsatz von *Hans Friedrich im Zoologischen Beobachter*, Jahrg. 59, Nr. 5/6. Für die Muscheln ist gesundes Wasser eine Lebensnotwendigkeit. Die Flußmuscheln stellen darin noch nicht einmal so hohe Ansprüche wie z. B. die Flußperlmuschel, die nur in dem klaren Wasser der Gebirgsbäche zu gedeihen vermag. Aber auch bei ihnen spielt es eine grundlegende Rolle. Bei den Muscheln vollzieht sich nämlich die Entwicklung der Eier in den Kiemen des Muttertieres. Hier bilden sich die jungen Larven, die sogenannten Glochidien, aus. Verseuchtes Wasser muß ihnen ohne Gnade den Tod bringen. Unsere Industrie hat nun durch ihre Abwässer die Flüsse mit Beschlag belegt. Oft sind diese nur noch ein buntschillerndes, schmutziges Gemisch aller möglichen Fremdstoffe. Ungeheure Mengen von Chemikalien wandern täglich in die Flüsse. Schwefelsäure, Chromsäure, Salzsäure, rohe Salpetersäure, rohes Natrium- und Kaliumhydroxyd in Form von Seifenstein verseuchen das Wasser. Darum sind heute Flußbezirke, die früher reiche, von Tausenden von Tieren bewohnte Muschelbänke besaßen, völlig oder doch auf weite Strecken hin verödet. Immer mehr werden die Muscheln in die Bäche und Seen zurückgedrängt, insofern nicht auch hier die Industrie bereits ansässig geworden ist. Hier aber bilden sie infolge der ganz verschiedenen Umgebung andere Formen. Ihre Fähigkeit, sich dem veränderten Standort anzupassen, führte die Molluskenkundigen dazu, immer neue Arten zu bestimmen. *Servain* beschrieb allein aus dem Main zwischen Frankfurt und Hanau nicht weniger als 20 Arten Teichmuscheln (Anodonten). *Clessin* und andere deutsche Forscher haben dann diese Artenfülle auf wenige, allerdings sehr veränderliche Grundtypen zurückgeführt. Diese Anpassungsfähigkeit hat den Muscheln in der neueren Wissenschaft große Bedeutung verliehen, besonders mit Hinblick auf die Erdgeschichte und die Bestimmung des Alters unserer Flußsysteme. *Kobelt* wies an der Hand eines reichen Materiales nach, daß z. B. der Rhein ein ziemlich junges Flußsystem ist,

was mit den Ergebnissen der Geologie durchaus übereinstimmt. Diese Forschungen sind noch keineswegs für ganz Deutschland abgeschlossen, und da die Vernichtung der Flußmuscheln unaufhaltsam weiter vorwärts schreitet, so könnte es möglich sein, daß es vor Beendigung dieser Forschungen in wichtigen Stromgebieten überhaupt keine Muscheln mehr gibt. Daher wendet sich *W. Israel* in seiner „Biologie der europäischen Süßwassermuscheln“ besonders an die Lehrer, die Schalen der Flußmuscheln zu sammeln und mit genauen Fundortangaben versehen an das Senckenbergische Institut nach Frankfurt a. M. zu schicken, wo die wissenschaftliche Bearbeitung erfolgt. So sehen wir also, daß die lange unbeachtet gebliebenen Flußmuscheln gerade im Augenblicke ihres Unterganges erhöhte Wichtigkeit gewinnen. Dieser Untergang selbst aber ist nicht abzuwenden. Und wie bei uns, so steht er in England, Frankreich, Südschweden und Nordamerika in entfernterer oder näherer Zeit bevor.

Das Kleintierleben um Locarno (Lago maggiore) schildert *Karl Soffel im Zoologischen Beobachter*, Jahrgang 59, Heft 2—4. Der Malakozoologe kommt in dieser Gegend nicht sehr auf seine Rechnung. Die andauernde Besonnung und das kalkfreie Substrat sind ungünstige Faktoren für die Ausbreitung der Schnecken und Muscheln. *Helix pomatia* ist zwar häufig, die kleinen *Tachea*-Arten aber fehlen fast ganz. Da die Ufer des Lago um Locarno meist aus Granitschotter gebildet sind, so ist dort ein schlechtes Terrain für Wasserschnecken und Süßwassermuscheln. Daher sind auch Paludinen und Planorben sowie Unioniden recht spärlich vertreten. — Um so reicher ist das Kerbtierleben. Viele Spezies sind massenhaft vorhanden, viele Formen sind auffallend und dem Nordländer ungewöhnlich. Unter der reichen Myriopoden-Fauna ist *Polydesmus complanatus* L. sehr häufig, nicht minder die an der Riviera verbreitete langbeinige *Scutigera coleoptrata* L., der heillos gefürchtete Spinnenläufer. Während dieser sich besonders in Wohnungen aufhält, findet sich *Lithobius* im Gebüsch der Gärten und Parkanlagen. Juliden in verschiedenen Arten sind natürlich gemein, ebenso Ephemeriden, Libellen und Perliden. Unter den Libellen sind *Libellula scotica* Donov. und *L. striolata* Charp. besonders typisch. Sehr häufig sind Blattiden, jedoch wegen ihrer Scheuheit nur bei der Suche zu beobachten. Von Mantiden ist die europäische Gottesanbeterin (*Mantis religiosa* L.) vorhanden, wenn auch nicht jedes Jahr in gleicher Zahl. Reich ist die Artenzahl der Locustiden. Am schönsten, farbigsten sind die Angehörigen der Gattung *Barbitistes*, die im Gegensatz zu unserem Heupferd aber Pflanzenfresser sind. Acriidier sind im Herbst in unbeschreiblich großen Mengen vorhanden. Wirklich hübsche Formen finden sich unter den zahlreichen Heteropteren (Wanzen). Von den das Wasser bewohnenden ist *Ranatra linearis* L. hervorzuheben, die gar nicht selten ist, trotzdem aber nur zufällig erbeutet wird. Von Landwanzen gibt es ein Heer. Ebenso begegnen wir Zirpen und Zikaden allerorten. Das Hochsommerkonzert der *Tettigia orni* L. ist so typisch für die Mittagszeit südlicher Landschaft, daß es selbst dem naturfremdesten Städter auffallen muß. Die mannigfachen Formen der Läuse entziehen sich meist der Beobachtung des Wanderers. Doch wird dieser oft mit ihren Werken bekannt, so bei der großen Zahl der Gallläuse, besonders der Fichten-Gallläuse (*Chermes abietis* L.) und der Pappel-Wollläuse (*Pemphigus spirothecae* Pass.). Ungeheuer häufig kommen im Delta die in Sandtrichtern lebenden Larven der Ameisenjungfern vor. Auch die vielgestaltigen

Larvengehäuse der Köcherfliegen kann man beim Baden im See, bei Exkursionen in Bächen usw. nicht übersehen. In bezug auf Schmetterlinge ist dem sammelnden und beobachtenden Forscher sowohl an Arten- und Individuenzahl als auch an auffallenden und seltenen Arten ungeheuer viel geboten. Besonders dem, der sich mit „Mikros“ beschäftigt, ist hier ein wundervolles Arbeitsfeld beschert. Unter den „Makros“ ist besonders *Samia cynthia walkeri* Fldr. zu erwähnen, ein wunderschöner großer Spinner, der 1845 aus China nach Europa gebracht wurde, wo man ihn in Frankreich zwecks Seidegewinnung züchtete. Im Tessin hat er sich zu einer im Grundton gelblicheren Lokalform herausgebildet. 1889 trat er bei Lugano auf, seit 1897 kennt man ihn von Locarno. Seine Futterpflanze ist der Götterbaum (*Ailanthus*), doch nimmt er auch mit *Prunus*, *Juglans*, *Ilex* und anderen Pflanzen vorlieb. — Zweiflügler sind im Sonnenlande gemein und bieten dem Spezialisten reiche Ausbeute. Besonders scheinen Tipuliden häufig zu sein, und die Schweb- und Raubfliegen eine reiche Formenwelt aufzuweisen. Unter den Käfern sind „Glühwürmchen“ ungeheuer häufig, ganz besonders *Luciola italica* L., eine Art, die im Juni zu ungezählten Millionen fliegt und viel stärker als *Lampyrus noctiluca* L. leuchtet. Besonders die Straße von Locarno nach Tegna ist alljährlich der Schauplatz eines märchenhaften Naturfeuerwerks. — Auch an Hautflüglern ist Locarnos Umgebung überaus reich, doch tut sich dies erst nach eingehenderem Studium kund, da die meisten Arten kleine Tiere sind. Von Skorpionen ist *Euscorpius europaeus* Hrbst. gemein und auch in Häusern zu finden. Als Mittel gegen den Stich empfiehlt der Tessiner lebende Skorpione in heißes Öl zu werfen und mit der so gewonnenen „Arznei“ die Wunde zu bestreichen.

Über die Waldspitzmaus (*Sorex araneus* L.) in der Gefangenschaft berichtet *Anton Krausse* im *Zoologischen Beobachter*, Jahrg. 59, Nr. 4. Interessant ist besonders der Speisezettel des winzigen Tieres; eine kurze Zusammenstellung ergibt für 7 Tage folgendes: 1. Tag: 18 Schnecken, 4 Cochlidionraupen, ca. 1 cem Speck, 2 Stückchen Leberwurst, eins von Haselnuß, eins von Wallnußgröße. 2. Tag: 19 Schnecken, 3 Cochlidionraupen, 5 Stubenfliegen, 1 Bockkäfer, 2 Beerenwanzen. 3. Tag: 18 Schnecken, 2 Cochlidionraupen, 1 Dasychiraraupe (ohne Haut und Haare), 2 Stubenfliegen, 1 Schmeißfliege, ein kleiner Frosch. 4. Tag: 10 Schnecken, 34 Cochlidionraupen, 1 Spannerpuppe, 1 Stubenfliege, 1 Schmeißfliege. 5. Tag: 17 Schnecken, 19 Cochlidionraupen, 1 Libelle, 1 Heuschrecke, 2 Weberknechte, 2 Stubenfliegen, 1 Sesienraupe, 1 Schwärmerpuppe. 6. Tag: 6 Schnecken, 47 Cochlidionraupen, 1 Spannerpuppe. 7. Tag: 7 Schnecken, 32 Cochlidionraupen, 1 Stubenfliege, 1 Schmeißfliege. — Die Cochlidionraupen sind im Durchschnitt 1 cm lang und ziemlich breit, die Rückenhaut wurde nicht mitgefressen; die Bänderschnecken, zerklopft und ohne Schalenstücke in das Glas gegeben, wurden ziemlich aufgefressen, nur der Eingeweidesack wurde meist liegen gelassen. Schon nach wenigen Tagen hatte sich das Tierchen daran gewöhnt, die Raupen usw. von der Pinzette fortzunehmen. Zuweilen ließ der Züchter, nachdem es die Raupe erfaßt hatte, diese nicht los, alsdann stemmte es sich kräftig mit den Beinen auf und zerrte tüchtig, ohne einen Augenblick loszulassen. Oft hob *Krausse* es dabei in die Höhe, so daß es frei in der Luft schwebte, mit ausgestreckten Beinen balanzierend, ohne loszulassen. Oft kam es schon aus dem Neste heraus, wenn der Fütternde leise an das Glas klopfte. Es schnüffelte

dann, den Kopf nach oben richtend, dem Loch im Papiere zu, durch das es die Nahrung erhielt; dabei richtete es sich oft auf, eine Weile auf den Hinterbeinen sitzend. Sein ewiges Betteln, sobald der Beobachter an das Glas trat, erinnerte recht an das Benehmen der Tiere im Zoologischen Garten. Trinkwasser wurde dem *Sorex* nicht gereicht in der Meinung, daß die zahlreichen saftigen Schnecken genügten. Möglicherweise war dieser Umstand daran schuld, daß das Tierchen nach 13tägiger Gefangenschaft einging.

Über das Liebesspiel einer Fliege (*Chloria deman-data* Fabr.) teilt *Erwin Lindner* in der *Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie*, Berlin, Bd. 14, Nr. 1/2 die folgende Beobachtung mit, die er am 1. November 1917 in Semendria auf einer besonnten Bank im Garten abends um 5 Uhr machte: Das Weibchen der Fliege saß zunächst anscheinend teilnahmslos, nur mit seiner Toilette beschäftigt, da. Das Männchen dagegen befand sich sichtlich in höchster Erregung, denn es führte vor der Erwählten einen tollen Tanz auf. Bald stand es in geringem Abstand vom Weibchen, ihm den Kopf zuwendend, in einer parallelen Linie zu ihm, dann lief es ein paar Mal in einem Kreis herum, oder es tanzte in einem Kreise in einigen Zentimeter Abstand vor dem Weibchen, vollendete aber den Kreis meist nicht, sondern lief in der Richtung einer Sehne gegen den Kopf des Weibchens, stellte sich einen Augenblick davor, und machte ein paar merkwürdige Seitwärtsbewegungen. Schließlich hob es das linke Vorderbein und strich mehrmals hintereinander über den Kopf des Weibchens. Dann beschrieb es wieder einen Kreis um dieses, strich mit dem Hinterleibsende ganz nahe an seinem Kopf vorüber und wurde, dies öfter hintereinander wiederholend, in seinen Bewegungen immer schneller. Das Weibchen verharrete meist unbeweglich, stürzte aber plötzlich auf das Männchen los, faßte es mit den Vorderbeinen am Hinterleibsende und schien das mit unbeweglichen Flügeln fortstrebende Männchen teils festzuhalten, teils vor sich herzutragen! Hierauf trennten sich beide wieder, das Weibchen kehrte auf seinen alten Platz oder in dessen Nähe zurück, und das Männchen begann seinen Reigen von neuem. Wieder tanzte es vor dem Weibchen umher, drehte sich dabei in rasender Geschwindigkeit am Ort, lief dann wieder ganz nahe gegen den Kopf des Weibchens, hob den linken Flügel, so daß dessen Spitze das Gegenüber fast berührte, und versetzte ihn in rasche Schwingbewegungen. Manchmal wandte sich das Weibchen ab, lief ein Stück fort, kehrte aber, vom Männchen gefolgt, wieder auf den alten Platz zurück, und bei solcher Gelegenheit saß das Männchen, ohne daß etwas Besonderes noch vorausgegangen wäre, auf das Weibchen auf, und der Coitus war vollzogen. Das Weibchen verriet seine Erregung nur durch rasches Hervorschieben und Wiedereinziehen des Rüssels in die Mundhöhle, während am männlichen Abdomen lebhaftere Ejakulationsbewegungen sichtbar waren.

Der Schwimm-Mechanismus der Roßameise ist nach den Beobachtungen *Szymanskis* (*Biol. Zentralbl.* Bd. 38, Nr. 8) ein recht komplizierter Vorgang, der aus einer Reihe von einzelnen Reflexen besteht. Die schwimmende Ameise, die bereits dank ihrem geringen spezifischen Gewicht auf der Wasseroberfläche schweben kann, hält den Kopf mit den Fühlern über den Wasserspiegel. Das Vorderbeinpaar wird nach vorn gerichtet und führt sehr rasche Bewegungen in sagittaler Ebene aus. Das Mittelbeinpaar wird seitwärts ausgespreizt und bewegt sich in einer annähernd hori-

zontalen Ebene in einem viel langsameren Tempo als das erste Paar. Das Hinterbeinpaar, das nach hinten ausgestreckt gehalten wird, bleibt bei dem Fortschwimmen in gerader Richtung unbeweglich. Bei den Wendungen setzt sich das Hinterbein, das auf der der Wenderichtung entgegengesetzten Seite liegt, in Bewegung und zwar in horizontaler Ebene, das andere Hinterbein bleibt dabei bewegungslos. Dieses Verhalten beweist, daß die Hinterbeine die Funktion des Steuerns beim Schwimmen übernehmen. *Szymanski* machte Amputationsversuche, um die Wichtigkeit der einzelnen Beinpaare für den Schwimmakt festzustellen. Es ergab sich, daß die Amputation des Vorderbeines keine Störung in der Gleichgewichtserhaltung, jedoch verlangsamtes und ungeschicktes Schwimmen nach sich zieht. Die Amputation des Mittelbeinpaares bewirkt

ebenfalls keine Gleichgewichtsstörung; sie hat verlangsamtes, aber nicht ungeschicktes Schwimmen zur Folge. Die Amputation des Hinterbeinpaares beeinflußt weder die Gleichgewichtserhaltung noch die Geschicklichkeit des Schwimmens; dieses ist nur ein wenig verlangsamt. Bei den Wendungen übernehmen nach Amputation der Hinterbeine die Mittelbeine die Funktion des Steuerns. Der Schwimmakt wird am stärksten durch die Amputation der Vorderbeine, am wenigsten durch die der Hinterbeine beeinträchtigt. Die Amputation von allen drei Beinpaaren beeinflußt nicht das Schweben des Körpers in der Rückenlage auf der Wasseroberfläche. Die anderen Ameisenarten machen die gleichen Schwebbewegungen, jedoch ohne denselben Erfolg wie die Roßameise.

W. May, Karlsruhe.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften.

14. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

Den geschäftlichen Teil der Sitzung eröffnete der Vorsitzende mit den folgenden Worten:

Meine verehrten Herren Kollegen! Seitdem wir das letzte Mal zusammenkamen, haben sich Ereignisse von weltgeschichtlicher Bedeutung vollzogen, deren stürmische Brandung auch in unseren friedlichen Arbeitsräumen furchtbare Spuren zurückgelassen hat. Es ist wohl kein Zweifel, daß unsere Akademie gegenwärtig eine der ernstesten Krisen ihrer Geschichte erlebt. Wir haben uns bisher stets mit Stolz Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften genannt. Mit dem Ruhm des Hohenzollerngeschlechts war die Akademie von jeher eng verwachsen, sie hat sich gesonnt an dem aufsteigenden Glanze der Entwicklung Preußens zum führenden Staat im Deutschen Reich, und entsprechend glänzend war die Entwicklung, die sie selber genommen hat, indem sie während der letzten Jahrzehnte ihr Arbeitsgebiet, ihre Mitgliederzahl, ihr Vermögen in stetig wachsendem Maße vermehrte. Alles schien darauf hinzudeuten, daß diese Wandlungen sich auch für die nächsten Jahre in demselben ruhigen Fluß weiter vollziehen würden. Seit dem letzten Sonnabend, dem 9. November, ist alles anders geworden.

Schon am Sonntag vormittag zeigten unsere Säle die Spuren der durch die aufregenden Vorgänge der vorhergehenden Nacht veranlaßten Beschädigung, besonders gelitten haben dabei die an der Südostseite unseres Gebäudes befindlichen Räume; von da ab wiederholte sich an jedem der nächsten darauffolgenden Tage das Schießen, das gewaltsame Öffnen verschlossener Türen, das Durchsuchen aller Räume vom Keller bis zum Dache nach verdächtigen Personen, die sich heimlich in dem Gebäude versteckt halten sollten, ohne daß bisher in irgendeinem Falle ein greifbares Ergebnis zutage kam. Von unserer Seite ist alles getan worden, was unter den außergewöhnlichen Verhältnissen möglich erschien, um gegen die Fortsetzung der Beschädigungen bei den Behörden Schutz zu finden; seit gestern ist uns endlich die Hilfe einer dauernden Wache zugesichert worden, so daß nunmehr die Zustände besser geworden sind.

Freilich kann niemand wissen, was die nächsten Tage bringen werden. Aber wenn die Akademie jetzt ihre Sitzungen unterbrechen wollte, in der Erwägung, daß es in dieser stürmischen Zeit auf etwas mehr oder weniger Wissenschaft schließlich nicht viel ankommt, so würde das nach meinem Empfinden — und ich darf hier zugleich auch im Namen des ganzen Sekretariats sprechen — das Verkehrteste sein, was sie tun könnte. Es wäre selbst dann verkehrt, wenn es sich um weniger kostbare Güter handeln würde, als die sind, welche die Akademie zu verwalten hat. So aber liegt die Sache gar nicht, sondern eher gerade umgekehrt. Wenn die Feinde unserem Vaterland Wehr und Macht genommen haben, wenn im Innern schwere Krisen hereingebrochen sind und vielleicht noch schwere bevorstehen, eins hat uns noch kein Äußerer und innerer Feind genommen: das ist die Stellung, welche die deutsche Wissenschaft in der Welt einnimmt. Diese Stellung aber zu halten und gegebenenfalls mit allen Mitteln zu verteidigen, dazu ist unsere Akademie, als die vornehmste wissenschaftliche Behörde des Staates, mit in erster Reihe berufen. Und wenn es wahr ist, was wir doch alle hoffen müssen und hoffen wollen, daß nach den Tagen des nationalen Unglücks wieder einmal bessere Zeiten anbrechen, so werden sie ihren Anfang nehmen von dem aus, was dem deutschen Volke als Bestes und Edelstes eigen ist: von den idealen Gütern der Gedankenwelt, denselben Gütern, die uns schon einmal, vor hundert Jahren, vor dem gänzlichen Zusammenbruch bewahrt haben. Sofern die Akademie an der sorgsamsten Pflege des ihr aus diesem Schatz anvertrauten Pfandes festhält, handelt sie nicht nur rückschauend treu dem Geiste ihres Stifters *Leibniz*, sondern auch in kluger Voraussicht auf die Zukunft.

Denn das Forum, vor dem wir uns einst zu verantworten haben werden, wird zunächst gebildet sein von denen, die künftig unsere Stelle einnehmen werden. Ebenso wie wir jetzt den Männern Dank wissen, welche damals, zu Beginn des vorigen Jahrhunderts, unsere Körperschaft durch die dunklen Zeiten der Fremdherrschaft zu lichterem Höhen hindurchgeführt haben, so werden spätere Generationen auch unser Pflichtgefühl anerkennen, wenn wir heute alle Kräfte daran setzen, die uns auferlegte Prüfungszeit in Ehren zu bestehen, indem wir durchhalten und weiterarbeiten.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

U. S. Department of Agriculture

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 50.

13. Dezember 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Nährschäden. Von *Prof. Dr. Heinrich Gerhartz*, Bonn. S. 729.

Ueber Höhlen und unterirdische Steinbrüche in Nordfrankreich. Von *Dr. B. Brandt*, Belgig i. d. Mark. S. 734.

Besprechungen:

Struck, Herm., Kriegsgefangene. Von *Max Friederichsen*, Königsberg i. Pr. S. 736.

Moscheles, J., Das Klima von Bosnien und der Hercegovina. Von *C. Kassner*, Berlin. S. 737.

Pöschl, Theodor, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Von *L. Hopf*, Aachen. S. 738.

Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik. Von *H. H. Kritzinger*, Berlin. S. 738.

Pauli, W. E. und R., Physiologische Optik, dargestellt für Naturwissenschaftler. Von *Felix Auerbach*, Jena. S. 738.

Zuschriften an die Herausgeber:

Gasbäder mit Schwefeldioxyd. Von *Walter Brieger*, Berlin. S. 739.

Geographische Mitteilungen:

Geographische Abende. Die Einheit der Geographie. Die Höhennullpunkte der amtlichen deutschen Kartenwerke. S. 739–741.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Zur Pathologie der Sehbahn. Form und Größe der Schädelbasis als rassendiagnostisches Merkmal. Bericht über die von der Wiener Anthropologischen Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. Weitere Untersuchungen über den Einfluß der Kriegskosten auf den Stoffwechsel. Ueber die Verteilung der Spaltöffnungen bei den Keimlingen der Gramineen. Ueber den Krebs bei Pflanzen. Ueber den Einfluß von X-Strahlen auf das Pflanzenwachstum. Beobachtungen über die physiologische Wirkung des Hochgebirgsklimas. Impfung mit Hautschleim von Amphibien und mit Natterngift gegen experimentelle Tollwut. Die Wirkung von Tollwutvirus auf Amphibien und Schlangen. Ueber den Nährwert des Osseins und über den Vorteil seiner Einbeziehung in die Ernährung. Die Verknöcherung der Metacarpal- und Metatarsalknochen beim neolithischen Menschen. Ueber die geringere Widerstandskraft geschwächter Organismen gegen die zerstörende Wirkung des Tuberkelbazillus. Ueber vorzeitige Befruchtung einer Oxyuris. Die Hämoglobinurie der Rinder in Chili. Der freie Stickstoff und die höheren Pflanzen. Ueber gummikranke Zuckerrüben. S. 741–744.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Die Malaria

Eine Einführung in ihre Klinik, Parasitologie und Bekämpfung

Von

Obermedizinalrat Prof. Dr. **Bernhard Nocht**

Direktor des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten
Generalarzt des Seew. II Hamburg

und Prof. Dr. **Martin Mayer**

Abteilungsvorsteher am Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten
Landsturmpfl. Arzt und ord. Arzt am Res.-Laz. V, Abt. Tropeninstitut Hamburg

Mit 25 Textabbildungen und 3 lithographierten Tafeln

Preis M. 11.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 40 80 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Die großen Handbücher



von Abderhalden, Abegg, Bredig, Dammer, Doelter, Gmelin-Krauth, Hertwig, Kolle-Wassermann, Lueger, Lunge, Muspratt, Richter, Rubner, Ullmann, Winkelmann u. a. **zur Erleichterung der Anschaffung** gegen bequeme Monats- oder Quartalsraten ohne Preisaufschlag von

Hermann Meusser, Buchhandlung
Berlin W 57/9, Potsdamer Strasse 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Einführung in die Mechanik

mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik

Von Dr. Theodor Pöschl

c. ö. Prof. ssor an der deutschen technischen Hochschule in Prag

Mit 102 Textabbildungen — Preis M. 5.60

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Trockennährböden

nach Prof. Dr. DOERR

in Pulver- und Tablettenform geben mit Wasser aufgekocht sofort gebrauchsfertige Nährböden



Farbstofftabletten

nach Kreisarzt Dr. BEINTKER

Eine Tablette ergibt mit 10 cm Wasser eine gebrauchsfertige Farblösung

Sämtliche Farblösungen und Reagentien für Mikroskopie

Konservierungs- und Fixierungsflüssigkeiten, Härtungs- und Einbettungsflüssigkeiten für die mikroskopische Technik

Indikatoren und Farbstoffe für analytische und mikroskopische Zwecke
Reagenz-Papiere

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

13. Dezember 1918.

Heft 50.

Nährschäden¹⁾.

Von

Prof. Dr. med. et phil. Heinrich Gerhartz, Bonn.

Infolge der einseitigen Betonung des dynamischen, energetischen Wertes der Nahrung war bis vor kurzem die Bewertung der Rolle, welche die Nährstoffe für den Ersatz der bei den Umsetzungen verloren gegangenen Stoffe, für den Aufbau der Gewebe und für die Nährstoffsammlung des Organismus besitzen, ungerechtfertigterweise in den Hintergrund gekommen. Hierin ist in den letzten Jahren ein Wandel eingetreten. Dazu führten einesteils die Notwendigkeit, bei Untersuchungen am wachsenden Organismus Anwuchs-, Ersatz- und Energiestoffwechsel an der Zusammensetzung des Organismus zu differenzieren, ferner Erfahrungen über die zweckmäßigste Zusammenstellung der Mengen der wichtigsten Nährstoffe, dann experimentelle Beobachtungen, welche zeigten, daß der Umsatz weitgehend vom besonderen Bedürfnisse bestimmter Zellen, von innersekretorischen Einflüssen und von dem Streben nach der Konstanz der Zusammensetzung der Nährflüssigkeiten beherrscht wird.²⁾ Nicht zuletzt zeigten in diese Richtung die zunehmenden wissenschaftlichen Erfahrungen bei den Nährschäden der Kinder³⁾. Die Verhältnisse des Krieges legen ebenso dringlich die Frage nach den Folgen teilweiser Unter- und Überernährung nahe und gewinnen noch dadurch an Bedeutung, daß sie die Grundlage abgeben dafür, wie wir allen diesen Schäden der durch den Krieg veränderten Ernährungsweise zu begegnen haben.

Mangel und Teuerung des Fleisches, besonders aber des Fettes, haben uns zu einer fast rein vegetabilischen, knappen und einseitigen Ernährung gezwungen. Das Fleisch gibt uns vor allem Eiweiß; und da auch Eier, Kornfrüchte und Leguminosenmehle zeitweise sehr knapp wurden, ist es zweifel-

los, daß wir bei der vorwiegenden Brot-, Kartoffel- und Kohlrübenernährung des letzten Winters weniger Eiweiß als früher erhalten haben. Loewy fand in Berlin im April und Juli 1916 68 g Eiweiß pro Tag, einen Wert, der — man kann für unsere Verhältnisse 70—90 g als ausreichend ansehen — eben genügt. Ich selbst habe für Massenkost in einer Strafanstalt 58—67 g Eiweiß berechnet, die knapp an den mittleren Bedarf heranreichen. Immerhin können wir mit solchen Mengen auskommen, ohne uns zu schädigen, wie zahlreiche Versuche von Chittenden, Hindhede, Caspari, R. O. Neumann u. a.⁴⁾ gezeigt haben und wie wir ja am geringen Eiweißgehalt der Frauenmilch sehen. Voraussetzung ist, daß gleichzeitig genügend Brennstoffe zugeführt werden, also nicht zur Bestreitung des energetischen Bedarfs Eiweiß verbraucht werden muß; denn das würde die Leistungsfähigkeit des Organismus herunderdrücken und seinen Verfall einleiten⁵⁾. Das Eiweiß hat ja Funktionen zu erfüllen, für die die andern Nährstoffe unzulänglich sind.

Es unterliegt heute wohl kaum einem Zweifel, daß eine Überschreitung des minimalen Eiweißbedarfs doch gewisse Vorteile hat. Allerdings führt reichliche Eiweißzufuhr nicht zur Eiweißmast, anscheinend aber zu besserem Ansatz von Eiweiß bei körperlichen Arbeitsleistungen; sie hilft beim Ausgleich von Nährschäden, wirkt der Darmgärung entgegen, gibt das Gefühl körperlicher Frische und Leistungsfähigkeit, fördert vielleicht auch die Funktion der Sexualorgane. Von einem Eiweißschaden aber weiß man nichts. Es liegt wohl nahe anzunehmen, daß durch übermäßige Fleischkost viele tierische Zellen, Kerne und große Mengen Purine zugeführt werden, durch die eine Bereitschaft zu Störungen im Harnsäurestoffwechsel und besonders die Gicht ausgelöst wird. Woher wir das Eiweiß nehmen, ist gleich. Tierische und pflanzliche Eiweißstoffe sind für die Deckung unseres Bedarfs fast gleichwertig.

Der Körperbestand an Fett schwankt schon in der Norm mit großen Beträgen, und unser Körper hat nicht in dem Maße, wie es für Eiweiß und Kohlenhydrate der Fall ist, die Neigung, sich einen gewissen Bestand daran zu sichern. Es kann

¹⁾ Siehe z. B. W. Caspari, Die Bedeutung des Eiweißes für die Ernährung nach dem Stande neuzeitlicher Forschung, Berlin, 1914, und Eiweißstoffwechsel in C. Oppenheimers Handb. d. Biochemie, Bd. 4, T. 1, S. 722.

²⁾ Das zeigen besonders die Versuche von Haecker in Minnesota und die Erfahrungen der amerikanischen Schweinezüchter, über die Benedict berichtet hat.

⁴⁾ Nach einem Vortrag i. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn am 9. Juli 1917.

⁵⁾ H. Gerhartz, Experimentelle Wachstumsstudien, Pflüg. Arch. Bd. 135, S. 104—170, 1910.

G. v. Wendt, Mineralstoffwechsel in C. Oppenheimers Handb. d. Biochemie Bd. 4, T. 1, S. 561 ff., 1911.

³⁾ A. Czerny und A. Keller, Des Kindes Ernährung, Ernährungsstörungen und Ernährungstherapie, Leipzig und Wien, 1906 und

A. Czerny und Fr. Steinitz in v. Noordens Handb. d. Path. des Stoffwechsels, 2. Aufl., Bd. 2, S. 391—464, 1907.

H. Finkelstein, Lehrb. d. Säuglingskrankheiten, II., Berlin, 1912.

sogar als sicher gelten, daß das Fett in der Nahrung, ohne daß größerer Schaden entsteht, fehlen kann. Pirquet konnte Kälber mit Magermilch und Stärke, also ohne Fett, mit Erfolg ernähren. Immerhin ist es nicht zu verkennen, daß das allgemeine Bestreben dahin geht, den Fettgehalt der Nahrung dann, wenn die Möglichkeit dazu gegeben ist, also vor allem bei den wohlhabenden Klassen und an Festtagen möglichst zu erhöhen. Das ist verständlich. Der Fettgehalt gemästeter Tiere, Speck, Schmalz, Öle und Butter sind nicht nur als Genußmittel erwünscht, sondern das jetzt so teure und schwer zu beschaffende Fett liefert uns die meiste chemische Energie. Fehlt es, so wird es schwer, bei anstrengender Arbeit den Energiebedarf zu decken. Dazu müßten wir das Fett durch mehr als die doppelte Menge Kohlenhydrate, 100 g Fett durch 240 g Kohlenhydrate, ersetzen und das hat gewisse Nachteile. Es fehlt vor allem auch bei Fettmangel Reservematerial für die Fälle, in denen plötzlich durch irgendwelche Störungen die Nahrungsaufnahme leidet. Wird zu wenig Fett eingeführt, so kann auch leicht ein Mangel an Lipoiden eintreten, an alkohol- und ätherlöslichen Stoffen, die gewöhnlich mit dem Fett zusammen genommen werden und infolge ihrer großen Reaktionsfähigkeit und aus anderen Gründen eine besondere Bedeutung für den intermediären Stoffwechsel haben. Lipoidhunger führt zu einem eigenartigen Krankheitsbilde, das den Avitaminosen (Beri-Beri, Pellagra, Skorbut u. a.) sehr ähnlich ist und durch Zufuhr von Eidotter, Milch, Hirn beseitigt werden kann.

Die Schäden zu schneller Entfettung, die zweifellos häufig vorkommt, machen sich außer bei Leuten mit schlaffen Geweben, bei denen die Neigung zu Brüchen und Senkung der Bauchorgane verstärkt wird, besonders bei den Tuberkulösen und bei den Diabetikern bemerkbar. Auf der andern Seite sieht man heute die glänzendsten Entfettungskuren bei früher unbeeinflussbaren Fettsüchtigen. Da großer Fettreichtum die Tragarbeit vermehrt, die Muskelleistung und die Herzarbeit belastigt, die Organe beenzt und besonders bei feuchter Luft die Körpererwärmung erschwert, was zu Erhöhung der Körpertemperatur, zu starkem Schwitzen und zu Unterwertigkeit gegenüber fieberhaften Erkrankungen führt, ferner zu Arteriosklerose, harnsaurer Diathese und Fettnekrose disponiert, ist es zweifellos, daß viele Dicke, ferner Gichtkranke und Gelenkkranke der jetzigen Verringerung ihrer Kostration entschieden eine Besserung ihres Wohlbefindens und ihrer Leistungsfähigkeit, eine freiere Atmung und bessere Zirkulation zu verdanken haben.

Der größte Nachteil, den der Fettmangel mit sich führt, ist der Zwang, fast ausschließlich den Energiestoffwechsel mit Kohlenhydraten zu bestreiten. Die vegetabilische Nahrung ist aber hinsichtlich des Brennwertes minderwertiger, schwerer ausnutzbar, bringt mehr Ballaststoffe in den Darm und stellt deshalb höhere Anforderungen an die Darmsekretion und Darmbewegung

und damit an die Verdauungsarbeit. Die Leistungen der Verdauungsorgane werden deshalb bald ungenügend. Wird der Energiebedarf durch die Kohlenhydrataufnahme ausreichend gedeckt, so stellt sich leicht Völlegefühl, Magendruck, ungenügende Muskelleistung des Magens, Widerwillen gegen die zu wenig Abwechslung bietende und belastigende Kost, kurz eine Überfütterungsverdauungsstörung ein. Die nächtliche Belastung des Darms durch die vermehrten Stuhlmassen und Gase stört den Schlaf und reizt zum Zwecke der Beseitigung der Säuren zu öfteren, plötzlichen Entleerungen. Obwohl das Hungergefühl bei dieser Kost bald behoben ist, meldet es sich bald wieder infolge ihrer energetischen Unzulänglichkeit. Das fällt umsomehr ins Gewicht, als die Ernährung vielerorts ungenügend ist. Loewy in Berlin, Arnold in Wiesbaden und Köhler in München haben an der Volkskost Mitte 1916 gefunden, daß mit der kontingentierte Nahrung nur die Hälfte bzw. weniger zugeführt wurde, als für relative Körperruhe notwendig ist. Die Kost, die ich durchgerechnet habe, und bei der viele, einige tödliche, Fälle von bradykardischer, d. h. mit Pulsverlangsamung einhergehender Ödemkrankheit auftraten, enthielt für den Tag 58—67 g Eiweiß, nur 10—11 g Fett, außer dem zugefügten Kochsalz 17—22 g Mineralstoffe, 417—422 g Kohlenhydrate und 2100—2160 Bruttokalorien, d. s. 37½ Kal. pro kg bei 57 kg mittlerem Körpergewicht, sie blieb also um etwa 700 Kal. unter dem Bedarf zurück. Das muß natürlich die Arbeitsfähigkeit einschränken.

Der Nachteil, der der einseitig vegetabilischen Kost anhaftet, hängt nicht am eigentlichen Kohlenhydratgehalt der Nahrung, nicht daran, daß eine Kohlenhydratintoleranz herbeigeführt wird. Brahm¹⁾ fand, daß nicht einmal die außerordentliche Menge von 600 g Rohr- oder Invertzucker (Kunsthonig) die Resorptions- und Oxydationsapparate übermüdet oder beim Gesunden zur Zuckerausscheidung im Harn führt. Die Kohlenhydratüberfütterung wirkt außer durch ihr energetisches Unvermögen durch ihre Begleiterscheinungen, die Einseitigkeit der Ernährung, den Mangel an Eiweiß und Fett und Salzen, den Kleiegehalt des dabei die Hauptrolle spielenden Brotes und die Wasser anziehende Eigenschaft der Kohlenhydrate.

Den Erwachsenen belastigt hauptsächlich der Kleie- bzw. Zellulosegehalt der vegetabilischen Kost. Der Mangel an Brot hat dazu geführt, auf die in der Kleie vorhandenen Eiweiß- und Mineralstoffe zurückzugreifen. Ihrer Verwertbarkeit sind nun aber durch die Unzugänglichkeit der äußeren Zellschichten für die Verdauungssäfte Grenzen gesetzt und, wie es scheint²⁾, auch

¹⁾ C. Brahm, Resorption und Umsatz abnorm großer Gaben von Rohrzucker und Invertzucker. Biochemische Zeitschr., Bd. 80, S. 242—250, 1917.

²⁾ R. O. Neumann, Vortr. i. d. Niederrhein. Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. Medizin. Abteilung, 1917.

durch die neuesten Verfahren der Ausmahlung noch nicht überwunden. Durch diese Notkost werden große Mengen Zellulose in den Darm gebracht. Die Zellulose muß im Blind- und Dickdarm durch Gärungsprozesse gelöst werden. Dabei entstehen flüchtige Fettsäuren, die den Darm zu stärkerer Bewegung reizen, Methan und Kohlensäure. Nun ist die Zelluloseverarbeitung beim Menschen an und für sich sehr wenig leistungsfähig. Wenn aber zellulosehaltige Nahrungsmittel, z. B. Brot, Kartoffeln schlecht zerkleinert und vorgearbeitet werden, bzw. zu große Mengen auf einmal genossen werden, so sind sie noch schwerer auszunutzen. Wie Zuntz mit Markoff an Pflanzenfressern, bei denen die Zelluloseverdauung eine viel bedeutendere Rolle spielt, nachgewiesen hat, werden dann Zucker und Stärke, die vorher resorbiert werden sollten, bis in den Dickdarm mitgeführt und es werden dann neben der Zellulose diese leichter vergärbaren Kohlenhydrate mit vergoren. Das hat aber viele Nachteile, denn es geht dadurch der Stärke Nährwert verloren; aber auch die Zellulosevergärung leidet durch die Anwesenheit von Zucker und Stärke, besonders von Milchezucker, Honig, Rübenzucker, Malzzucker, weil, wie Zuntz sagt, „die löslichen Kohlenhydrate, indem sie selbst vergären, gewissermaßen die Gärungserreger von der Zellulose ablenken“.

Leute mit Schwäche des Magendarmkanals, ungenügender Bewegungsleistung desselben, entzündlichen Darmerkrankungen, bei denen die Ernährung mit noch geringerem Nutzeffekt einhergeht, Fiebernde, besonders aber Kranke mit sog. intestinaler Gärungsdyspepsie, d. h. übermäßigen Darmgärungen, werden hierdurch sehr benachteiligt. Solche Kranke suchen jetzt im Kriege in besonders großer Zahl den Arzt auf, weil sie durch den Genuß jetzt nicht zu entbehrender Speisen, durch das grobe Brot, Kartoffeln, Hülsenfrüchte, durch Gemüse, wie Sauerkraut, Weißkohl, grüne Bohnen, Salat mehr als früher belastigt werden.

Übermäßige Kohlenhydratzufuhr zieht auch Störungen im Salzstoffwechsel¹⁾ nach sich. Die Mineralstoffe sind nicht nur notwendig für die Besorgung der osmotischen Spannung, als Katalysatoren für die O₂-Übertragung, sondern auch zum Aufbau organischer Stoffe, in denen sie sich ja mit Ausnahme des Chlors hauptsächlich angelagert finden, ferner als Vermittler für die ununterbrochen im lebenden Protoplasma ablaufenden Vergiftungs- und Entgiftungsprozesse und zur Herbeiführung einer neutralen Reaktion. Übermäßige Pflanzennahrung, z. B. vorwiegende Ernährung mit Kartoffeln, geht, wenn mit Mehl überernährt wird, mit ungenügender Chlorzufuhr einher. Dann nimmt, weil das Salz hauptsächlich

für das Blutplasma, die Lymphe und den Magensaft gebraucht wird, die Sekretion der Verdauungssäfte, und besonders die Absonderung der Magensalzsäure, ab. Der Appetit leidet. Es wird mehr Wasser verloren, und das führt zu Gewichtsabnahmen und Schwächezuständen. Mit der vegetabilischen Kost werden auch zu viele Kalisalze eingeführt. Es bildet sich dann Chlorkalium und kohlensaures Natron. Um diese zu entfernen, wird vom Blutplasma viel Kochsalz gebraucht, an dem der Körper keinen Überschuß hat und das ihm auch die Kohlenhydrate nicht zuführen. Daher kommt es wohl, daß die jetzige Ernährung bisweilen einen ganz außerordentlichen Kochsalzhunger erzeugt. Während man sonst außer dem Salzgehalt der fertigen Speisen nur wenig Kochsalz zu nehmen pflegt, habe ich bei manchen Leuten, die kohlenhydratreiche, flüssige Anstaltskost nehmen mußten, einen enormen Extraverbrauch gefunden, der allerdings über den Bedarf hinausging. Eine solche übermäßige Kochsalzaufnahme hat aber ihre Bedenken. Beim Säugling kann anscheinend durch die übermäßige Zufuhr des Na-Ions Fieber auftreten; sonst geht mit der großen Kochsalzaufnahme eine vermehrte Ausfuhr von Kalksalzen einher, die, wenn sie hochgradig wird, zu eigenartiger Porosität und Brüchigkeit der Knochen führen kann.

Ein Kalkmangel kann auch entstehen, wenn zuviel oxalsäurereiches Gemüse oder Obst genossen wird und, was wichtiger ist, bei zu großer Säuerung. Man hat das z. B. bei Kaninchen und Schafen, die ausschließlich mit saueren Getreidekörnern gefüttert wurden¹⁾, ferner bei Fleischübermaß in der Kost und bei der Säurevergiftung des Diabetikers gesehen. Dann wird zuviel Schwefelsäure und Phosphorsäure abgegeben, so daß zur Neutralisation aus den Knochen Kalk hergenommen werden muß.

Da der Kalk- und Phosphorstoffwechsel eng zusammengehen, ist es nicht verwunderlich, daß Phosphormangel Skelettschäden bewirkt. Wird phosphorarm ernährt, so werden für die Erhaltung des Phosphorbestandes des Eiweißes und der Lipide die Phosphorreserven im Knochensystem, später auch in der Muskulatur und in den Drüsen in Angriff genommen und die anorganischen Phosphorverbindungen der Knochen zu phosphorhaltigem Eiweiß synthetisiert (*Fingerling*). Dadurch kommt es, daß sich in den Knochen des phosphorarm ernährten jungen Organismus Resorptionerscheinungen nachweisen lassen, daß die Knochen weich werden, weil es an Kalziumphosphat fehlt, und daß die Tiere schließlich infolge Verfalls ihrer Kräfte sich kaum auf den Beinen zu halten vermögen.

Ein Mangel an Magnesia und Eisen spielt wohl selten eine Rolle. An Magnesia ist die ultima ratio der Volksernährung, Brot, Kartoffeln und Fleisch, so reich, daß ein Schaden unter den

¹⁾ G. v. Wendt, l. c.

R. Tigerstedt, *Physiol. d. Stoffwechsels*. In W. Nagels Handb. d. Physiologie d. Menschen, Bd. 1, H. 1, 1905, S. 331 ff.

P. Morawitz, *Path. d. Wasser- und Mineralstoffwechsels*. In C. Oppenheimers Handb. d. Biochemie, Bd. 4, T. 2, S. 238 ff., 1910.

¹⁾ Weiske, cit. in N. Zuntz, *Einfluß des Kriegs auf Ernährung und Gesundheit des deutschen Volkes*. Med. Klinik 1915, Nr. 43 und 44.

Bedingungen allgemeiner oder teilweiser Unterernährung nicht in Betracht kommt. Auch ein Eisenmangel ist nicht zu befürchten:

Es sprechen noch manche Tatsachen dafür, daß der Stoffwechsel der Nährstoffe in enger Abhängigkeit von der Verwertung der Mineralstoffe steht. Aber die Verhältnisse sind noch zu wenig durchsichtig, um in diesen Dingen klar zu sehen.

Die Frage nach den Folgen der teilweisen Über- und Unterernährung wird nur dann akut, wenn nicht gemischte Kost, sondern eine einseitige oder knappe Erhaltungskost lange Zeit gegeben wird. Nur dann kann leicht ein Mangel an den bestimmten Atomgruppierungen eintreten, deren Anwesenheit in der Nahrung allein Bedingung für eine gesunde Ernährung ist, weil aus ihnen jede Organsubstanz synthetisiert werden muß¹⁾. So nützt uns ein Eiweiß nichts, dem die zyklischen Aminosäuren Tryptophan, Tyrosin, Glykokoll, l-Prolin usw. fehlen. Der N-haltige Leim, der uns als Gelatine, Leimsuppe bei der vollen Ausnutzung der Knochen nützlich sein könnte, ersetzt ohne weiteres nicht das Eiweiß, weil er nicht alle Eiweißbausteine enthält, ihm Tyrosin, Cystin und Tryptophan fehlen. Er reizt den Darm, bewirkt häufige, dünnflüssige, schleimige und blutige Stühle und Eiweißausscheidung im Harn. Zuntz hat deshalb den Vorschlag gemacht, das Fehlende aus Hornsubstanz zu ersetzen.

Leider sind wir heute noch nicht über Zahl, Zusammensetzung und Bedeutung der einzelnen lebensnotwendigen Atomgruppen unterrichtet. Wir begnügen uns deshalb damit, einigen Atomgruppen, die wir in den Grundnährstoffen Eiweiß, Kohlenhydrat, Fett, Lipoiden und Mineralstoffen nicht vorfinden, einen zusammenfassenden Namen zu geben, sie einfach Vitamine zu nennen, und mit Avitaminosen krankhafte Zustände zu bezeichnen, bei denen wir das Fehlen bestimmter Gruppen als Ursache der Erkrankung ansuldigen. Es ist klar, daß bei irgendwie einseitiger Ernährung die verschiedensten Typen von Avitaminosen sich ausbilden können und es schließlich schwer fallen wird, sie als bestimmte Krankheitsbilder zu charakterisieren, da das Fehlen der betreffenden Substanz nicht nur ein, sondern stets mehrere Organe benachteiligen wird. Allen eigentümlich muß aber sein, daß Zusatz der fehlenden Atomgruppe den Schaden heilt. Wenn es auch bis heute kaum jemals gelungen ist, Vitamine als bestimmt charakterisierte Atomgruppen zu isolieren, so wissen wir doch, daß es gewisse Nah-

rungsmittelteile gibt, die sie reichlich enthalten. Dahin gehören die Kleie, die Hefe, das Silberhäutchen des Reis, die beim experimentellen und klinischen Skorbut, bei der Beri-Beri, bei der Pellagra ihre überraschende Wirksamkeit gezeigt haben.

Die Ernährungsstörungen, die sich bei einseitiger Kostriktion einstellen, machen sich nicht nach nur kurz währender unzureichender Ernährung bemerkbar; deshalb nicht allzubald, weil nur minimale Mengen von den akzessorischen Nährstoffen erforderlich sind, die schließlich noch aus den Reserven hergeholt werden können, aber auch deshalb nicht, weil unser Organismus an Schäden sich anzupassen und sie bis zu einem gewissen Grade auszugleichen die Fähigkeit hat.

Wenn auch die allgemeine Unterernährung Einschmelzung von Körpersubstanz bedingt, so zieht sie doch nicht sofort eine dauernde Schädigung nach sich. In wenigen Tagen erfolgt nach einer anfänglichen, durch unökonomische Zellarbeit bedingten Verschleuderung eine weitgehende Ersparnis mit dem Ziele, die Konstanz der allgemeinen Zusammensetzung des Körpers zu wahren. Der Organismus setzt sich mit weniger in einen neuen Gleichgewichtszustand. Der Erhaltungsumsatz geht, wie Loewy und Zuntz²⁾ an sich selbst feststellten und wofür auch Beobachtungen von Bernstein und Falta³⁾ sprechen, auf einen geringeren Betrag herunter. Der Zuckergehalt des Blutes stellen sich schon in kürzester Zeit auf den normalen Minimalwert ein. Der Kochsalzgehalt des Blutes verringert sich nicht einmal nennenswert u. s. f. Wärmeverluste und überflüssige Bewegungen werden instinktiv vermieden. Natürlich ist das kein befriedigender Zustand mehr. Die Depots werden schließlich eingeschmolzen, und dann leiden unter der unzulänglichen Ernährung auch die Organe. Die Zellen erschöpfen sich und die Reparation wird immer schwieriger. Vor allem werden die Verdauungsorgane und die Muskulatur geschädigt, erst zuletzt die lebenswichtigen Organe, bzw. diejenigen, welche sich in der Ausbildung befinden. Bei ihnen beherrscht der Wachstumstrieb, an dessen überragende Rolle für die Physiologie des Organwachstums nächst Mieschers meine Mitteilungen über das zyklische Wachstum der Froschhoden und über die Organbildung des jungen Hundes aufmerksam gemacht haben³⁾, bis zur gänzlichen Erschöpfung der Reserven den Stoffwechsel.

Nach langem Hungern entwickeln sich, wie ich

¹⁾ A. Loewy und N. Zuntz, Einfluß der Kriegskost auf den Stoffwechsel, Berlin, klin. Wochenschr. 1916, Nr. 30.

²⁾ Bernstein und Falta, D. A. f. klin. Med., Bd. 127, S. 95, 1916.

³⁾ H. Gerhartz, Geschlechtsorgane und Hunger, Biochem. Zeitschr. Bd. 2, H. 2, 1906 und 2. Mitteilungen im Centr.-Bl. f. Physiol., Bd. 22, S. 65—67, 1908.

—, Experimentelle Wachstumstudien, Pflüg. Arch. 135, S. 104—170, 1910.

¹⁾ E. Abderhalden, Fütterungsversuche mit vollständig abgebauten Nahrungsstoffen. Zeitschrift f. physiolog. Chemie, Bd. 77, 1. S. 22, 1912.

—, Weitere Versuche über die synthetischen Fähigkeiten des Organismus des Hundes. Ebenda, Bd. 83, 6, S. 444, 1913.

einwandfrei, d. h. auch im langfristigen Respirationsversuch nachgewiesen habe¹⁾, atypische Stoffwechselvorgänge, indem abnorm niedrige respiratorische Quotienten auftreten, die sich durch eine normale Zersetzung von Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten nicht erklären lassen, sondern am ehesten noch beim Fehlen von Kohlenhydraten durch die Annahme einer unvollständigen Oxydation des Fettes, Abspaltung von Oxybuttersäure, verständlich werden. Dabei entwickeln sich abnorm reichlich toxisch wirkende Säuren, die den Organismus vergiften, so daß er sowohl infolge Mangel an lebenswichtigen Nährstoffen wie an einem abnorm gerichteten Stoffwechsel durch Selbstvergiftung (Autointoxikation) zugrunde geht.

Nicht nur in die Folgen der allgemeinen Unterernährung spielen Regulationen hinein. Auch die Einseitigkeit der Kost weckt *Anpassungsvorgänge*. Das ist in vielfacher Beziehung wichtig. Eine eintönige Ernährung erzeugt bestimmte Störungen, z. B. ein Übergewicht an einer bestimmten Darmflora, die leichter Störungen bewirkt als ein Gemisch, in dem sich die einzelnen Bakterien gegeneinander ausspielen.

Unter den jetzigen Lebensbedingungen handelt es sich in der Regel um abnorm stark verlaufende Zellulosegärung infolge der Einseitigkeit der Kost. Diese kann sehr lästig werden, wenn die Zelluloseüberfütterung rasch einsetzt; sie geht auf einen nur geringen Betrag herauf, wenn der Darm Zeit hatte, sich allmählich anzupassen. Solche und andere Regulationen geschehen außer durch Änderung der Bakterienflora reflektorisch durch eine Änderung der Darmmuskulararbeit, ferner durch Veränderungen in der Wirksamkeit der Fermente.

Alle diese physiologischen Anpassungen nützen uns wenig, weil ihnen dann zu enge Grenzen gesteckt werden, wenn durch *schlechte Beschaffenheit der Nahrung* Störungen an den Regulationsapparaten auftreten. Wird die Nahrung in zersetztem oder in mit Saprophyten oder Krankheitserregern infiziertem Zustande eingeführt, oder durch gewisse Futtermittel (Pflanzengifte, Schlempe, saure Treber u. a.) verdorben, so entstehen Darmschädigungen, welche die Verarbeitung der Nahrung beeinträchtigen. Mit solchen Verunreinigungen wird der Säugling am schwersten fertig. Er wird nicht nur lokal geschädigt, sondern die Ernährungsstörungen ziehen hier besonders stark und bald den intermediären Stoffwechsel in Mitleidenschaft, so daß sich an die Darmerkrankung Störungen des Gesamtorganismus und der Entwicklung anschließen.

Wir haben gerade jetzt allen Anlaß, auf tadel-

lose Beschaffenheit unserer Nahrung zu achten und jede akute Störung der Darmtätigkeit, die uns zum mindesten bezüglich der Resorption der kostbaren Nährstoffe schädigt, zu meiden.

Wichtig ist auch für die Bekömmlichkeit unserer Nahrung die Sorge um ihre *zweckmäßige Mischung*. Nehmen wir die Nährstoffe aus verschiedenen Quellen, so gewinnen wir damit solche mit den verschiedensten Teilstücken und erhalten die Garantie, daß keine vitalen fehlen. Gewisse Beobachtungen legen auch die Notwendigkeit einer bestimmten Korrelation der Nährstoffe nahe; z. B. scheint die Verträglichkeit einer Kost von dem richtigen Verhältnis, in dem die Kohlenhydrate zum Fett stehen, abzuhängen. Großer Eiweißgehalt der Nahrung dämmt den Kohlenhydratschaden ein; Kohlenhydratmangel schädigt durch Beeinträchtigung der Oxydationsleistungen die Fettzersehung. In dieser Frage sind, was die landwirtschaftliche Fütterungslehre anlangt, durch die Zuntzsche Schule die bedeutsamsten Aufklärungen angebahnt worden.

Eine Überlastung des Magendarmkanals kann durch zweckmäßige Pausen zwischen den Mahlzeiten vermieden, die Resorption durch Verkleinerung und gute Einspeichelung der Speisen gefördert werden. Empfindliche Leute, die unter dem großen Zellulosegehalt des Kriegsbrottes leiden, benutzen zweckmäßig zum Brotbacken ein Mehl, aus dem sie die unverdaulichen, groben Kleiebestandteile ausgesiebt haben. Eine allmähliche Angewöhnung durch steigende Gaben unter Berücksichtigung der Individualität erhöht übrigens bald die Toleranz. Es ist auch Wert darauf zu legen, durch möglichst schmackhafte Zubereitung und Gewürze den Appetit und die Saftabsonderung, die vielfach durch psychische Depression gefährdet sind, zu steigern und dadurch die Aufnahme der in größerer Menge zu entnehmenden Nährstoffe zu erleichtern. Wir wissen, daß gewisse lebenswichtige Atomgruppen gegen Prozeduren, die mit den Nahrungsmitteln vorgenommen zu werden pflegen, starkes Erhitzen, Abbrühen, Entfernen der Randschicht der Pflanzenstoffe, sehr empfindlich sind. Das legt nahe, zur Vermeidung der Schäden unter den jetzigen Zeitumständen die Nahrung nicht zu sehr zu denaturieren, nicht zu lange zu sterilisieren, Fleisch nicht einzusalzen, sondern nur durch Kühlung zu konservieren, das Gemüse nur zu dämpfen, die Nahrungsmittel also möglichst frisch zu genießen.

Da es sich bei den Kriegsnahrungsschäden hauptsächlich um eine Unterernährung handelt und die Funktion die Zersetzung bestimmt, ist es notwendig, den Umsatz durch Unterlassung überflüssiger Muskeltätigkeit einzuschränken. Wichtig ist auch mit Rücksicht darauf, daß uns das große Feld der Nahrungsschäden erst in den Grundzügen bekannt ist, eine sorgfältige Kontrolle des körperlichen Verhaltens. Wird doch von manchen behauptet, daß selbst die Frauenmilch, die man doch

¹⁾ H. Gerhartz, Über die zum Aufbau der Eizelle notwendige Energie (Transformationsenergie). Pflüg. Arch., Bd. 156, S. 175, 1910.

E. Grafe, Beiträge zur Kenntnis des Stoffwechsels im prätrahierten Hungerzustande. Z. f. physiol. Chemie, Bd. 65, S. 21—53, 1910.

an und für sich für die zweckmäßigste Nahrung des Säuglings halten muß, bisweilen infolge einer für das betreffende Kind anormalen Zusammensetzung, z. B. infolge abnormen Fettreichtums, zu hohen Chlor-, zu geringen Milchzuckergehalten ein empfindliches Brustkind schädigen kann, und wissen wir doch, daß in der jetzigen Zeit ein Krankheitszustand, der der Wassersucht der Ruhr- und Rekurrenkranken ähnlich ist, gesehen wird, dessen Deutung zurzeit noch Schwierigkeiten begegnet, der aber zweifellos ein Nährschaden ist.

Über Höhlen und unterirdische Steinbrüche in Nordfrankreich.

Von Dr. B. Brandt, Belgig (Mark).

Ein wichtiger Landschaftsbestandteil großer Teile des westlichen Kriegsschauplatzes sind die zahlreichen unterirdischen Hohlräume. Die „Katakomben“ von Paris und die Kellerlabyrinth von Reims waren schon im Frieden weiten Kreisen bekannt; bei der Belagerung von Verdun hörten wir von Kampfhandlungen in weiten unterirdischen Gewölben. Im Waldgebiete zwischen der unteren Aisne und der unteren Oise werden die „Creuttes“ oder „Crouettes“, ausgedehnte Höhlungen im eozänen Grobkalk, die oft willkommene Unterkünfte bildeten, auch dem Kenner der nordfranzösischen Landschaft wegen ihrer ungemein großen Zahl einige Überraschung bereitet haben. Selbst im Flachlande der Pikardie, einer Landschaft, in der man Höhlen so gar nicht vermuten sollte, trifft man gelegentlich „Souterrains“, weite Verzweigungen unterirdischer Gänge und Kammern an (z. B. Le Quesnel en Santerre).

In solchen Höhlen lagert die spärliche Hinterlassenschaft der ältesten Bevölkerung. Inschriften an ihren Wänden zeugen von den Nöten des geflüchteten Volkes während kriegerischer Wirren vergangener Jahrhunderte. Und wie in den „Rotswonungen“ der Tuffkreide im unteren Maastale, wie in den „Cuevas“ Südspaniens, sieht man in zahlreichen Höhlen Nordfrankreichs die Bevölkerung dauernd hausen (z. B. südlich Laon). So sind die Höhlen in vielfacher Hinsicht ein Gegenstand des Interesses und es verlohnt sich wohl,

¹⁾ Dagegen mag hier noch kurz daran erinnert werden, daß eine ganz allgemeine Theorie der Wahrscheinlichkeit sich noch mit einer Reihe anderer, hier beiseite gelassener Fragen zu beschäftigen hat. Dahin gehört namentlich die Frage, unter welchen Bedingungen überhaupt eine zahlenmäßige Bewertung von Wahrscheinlichkeiten möglich ist. Die Verfolgung derselben führt auch auf die Gebiete, die den Zufallsspielen nur in beschränkter Weise gleichen, wie das bei den sozialen Massenerscheinungen der Fall ist. Der für diese Dinge interessierte Leser findet ihre Behandlung auf der Grundlage der Spielraumstheorie in meiner Logik. Hier dürfen alle diese Dinge außer Betracht bleiben, weil wir von den vereinfachenden Annahmen ausgehen dürfen, 1. daß die die verschiedenen Erfolge bedingenden Verhaltungsspielräume in festen Größenverhältnissen stehen und 2. daß diese Größenverhältnisse allein für unsere Erwartungen maßgebend sind.

ihren meistverbreiteten Typus einer kurzen Besprechung zu unterwerfen.

Obwohl die Höhlen sämtlich in Kalkgesteinen vorkommen, stellen sie durchweg keine natürlichen, durch gesammelte Sickerwässer hervorgerufenen Ausräumungsformen vor. Solche, gewöhnlich mit Tropfsteinbildung verbundene Höhlen kommen im besetzten Gebiete nur im Bereiche der Karbonkalke in den Ardennen vor, wo die Grotten von Han zu den bemerkenswertesten Europas gehören. Die übrigen Kalkgesteine Nordfrankreichs sind aus verschiedenen Gründen für die Bildung natürlicher Höhlen ungeeignet, die Raurakienkalke der Côte lorraine wegen ihrer großen Härte und schweren Löslichkeit, die Kalke der oberen Kreide wegen ihrer starken oberflächlichen Zertrümmerung und Durchsetzung mit zahlreichen feinsten Spalten, welche den Sickerwässern einen annähernd gleichmäßigen, flächenhaften Weg zum Grundwasserspiegel weisen, oder wegen ihrer Bedeckung mit Verwitterungslehm oder ihrer starken tonigen Beimengung, die beide das Eindringen des Wassers verhindern. Der eozäne Grobkalk endlich ist gleichmäßig porig und beeinflußt die Bahnen des Wassers in ähnlicher Weise wie die Kreidekalke im ersten Falle. Die Höhlen sind vielmehr alle *künstlich*; zu einem großen Teile sind sie *unterirdische Steinbrüche*, zu einem kleineren Anlagen der Siedlung oder besonderer mit der Siedlung zusammenhängender Zwecke.

Warum wählt man den ungewöhnlichen Weg der unterirdischen Steingewinnung? Im Gebiete der Malm- und Kreidekalke steht der Gewinnung von Bausteinen im Tagebau kein Hindernis entgegen; hier sind deshalb überall offene Steinbrüche zu finden, und Höhlen nur aus besonderen Ursachen, z. B. als Keller, angelegt worden. Anders im Tertiär. Die Werksteine liefernde Grobkalkplatte bedeckt als oberstes steilwandige Tafelberge und ist von einer meist tiefgründigen Decke von Verwitterungserde und von Laubwald bedeckt. Wollte man hier den Steinbruch im Tagebau anlegen, so müßte man den Wald wieder und wieder roden, den Abraum dauernd entfernen oder gar die abzufahrenden Steine erst heben. Da liegt es näher, vom Hange her horizontale Stollen in das flachgelagerte Gestein zu treiben; man braucht dann nur einmal den Gehängeschutt einer beschränkten Stelle zu entfernen, man schont den Wald und man kann die Steine, ohne sie heben zu müssen, an Ort und Stelle in Wagen verladen. In Deutschland ist ein solches Verfahren, weil durch natürliche Verhältnisse nicht bedingt, ungewöhnlich. Nur am basaltbedeckten Tafelberg des hohen Meißners wird die Kohle in der gleichen Weise abgebaut.

Der Grobkalk ist kein ganz gleichmäßig verbreitetes einheitliches Gestein; er weist vielmehr beträchtliche, bisweilen örtlich rasch wechselnde Beschaffenheit auf. Stellenweise ist er feinkörnig

und felshart wie Quarzit und schwillt deshalb zu sanft über die tischebene Fläche aufragenden Härtingen an, an anderen Stellen wieder ist er grobkörniger, aus Fossilien zusammengepackt und mürbe, oder seine Bänke sind nur wenig mächtig und wechsellagern mit Sanden. Für den Steinbruchbetrieb kommen allein die Flächen in Frage, wo er gleichmäßig feinkörnig entwickelt und nicht zu hart ist. Aber auch diese sind von lehm-erfüllten Spalten und von eigentümlichen in die Tiefe greifenden mit Verwitterungserde ausgefüllten Schloten unterbrochen.

Die Anlage der Steinbrüche erfordert eine genaue Kenntnis dieser örtlichen Verhältnisse, deren Besonderheiten auch Verschiedenheiten der Betriebe und daher auch solche im Aussehen der Höhlen nach sich ziehen. Um eine tragfähige Decke zu erzielen, geht man möglichst nahe der Unterkante des Gesteins in den Berg hinein. Die durchschnittliche Mindestmächtigkeit der Decke beträgt etwa 3 bis 4 Meter, oft ist jedoch die Dicke eine erheblich höhere. Um Arbeit zu sparen, bricht man natürlich möglichst viel Gestein und beschränkt die stützenden Pfeiler auf ein Mindestmaß. Dadurch entstehen weite rechteckige Hohlräume von 2½ und mehr Meter Höhe, gestützt durch stehengelassene plumpe, vierkantige Stützpfeiler von mindestens 3 Meter Dicke. Gewöhnlich arbeitet man sich in einer Hauptrichtung vor, von der sich rechtwinklig Nebenhöhlen abzweigen. Nach längerer Zeit ist die Hauptmasse des Gesteins entfernt und es verbleibt ein einziger riesiger pfeilergegliederter Saal von einer Ausdehnung von Hunderten von Metern. Ungleichmäßigkeiten des Gesteins oder andere Ursachen zwingen oft von dem rechtwinkligen Plane mehr oder weniger abzuweichen und führen im äußersten Falle zur Entstehung unregelmäßiger Höhlenlabyrinth, in denen man sich ohne Hilfsmittel kaum zurechtfinden kann. Mit der örtlichen Beschaffenheit des Gesteins wechselt die Deckenspannung und der Abstand der Pfeiler. Nicht selten mutet man dem Gestein zu viel zu; es platzen dann schalige Gesteinsmassen ab, brechen hernieder und bilden ein Blockhaufwerk, wie es in einer natürlichen Höhle die Regel ist. Gelegentlich stürzt die Decke örtlich ein und bildet an der Oberfläche einen Erdfall oder eine Einsturzdoline. In selteneren Fällen sind die Decken in größerem Umfange eingestürzt. Dann ragen die von einem grünen Algenanfluge bedeckten Pfeiler seltsam zum Himmel empor, und zwischen riesigen Trümmerblöcken sprießen aus dem zermalzten Kalkschutte Gräser, Farne und Sträucher in üppiger Fülle auf, ein malerisches Bild, welches ein wenig an die Latomien von Syrakus erinnert und von den alten französischen Malern gern als Motiv benutzt worden ist. Während des Krieges wurde die Festigkeit der Decken oft durch das Artilleriefeuer erprobt, wobei sich die wechselnde Widerstandsfähigkeit des Gesteins zeigte. Während ein Teil einer Höhle schweren Geschos-

sen ohne sichtbare Veränderung standhielt, brach an anderen Stellen schon bei der bloßen Erschütterung das Gestein kubikmeterweise hernieder und baute einen hohen Trümmerwall auf, der einen Teil der Höhle abzuschließen drohte.

Die Eingänge der Höhlen — in der Regel sind es offenbar mit Rücksicht auf die Einsturzgefahr mehrere — führen nach Möglichkeit eben in den Berg hinein, so daß man mit Wagen bequem einfahren kann. Nur wo der Zugang ausnahmsweise mitten auf der Hochfläche erfolgt, ist die Anlage einer möglichst langsam fallenden Rampe erforderlich.

Zur *Lüftung* dienen zylindrische Luftschächte, die auch als Notausgänge gebraucht werden. Die Mehrzahl von ihnen scheint natürlichen Ursprungs zu sein; befreit man die oben erwähnten, von Verwitterungslehm erfüllten Schlotte ihres erdigen Inhaltes, so erhält man Röhren, die die Höhlen mit der Außenluft in Verbindung setzen.

Den Steinbruchbetrieb zu beobachten war im Kriege keine Gelegenheit. Man kann indessen an der Bearbeitung der Gesteinsflächen deutlich sehen, daß die in bergfeuchtem Zustande weichen und leicht zu bearbeitenden Steine in kleineren oder größeren Platten mit Meißel und Hebel entfernt werden. Boden, Wände und Decken sind gewöhnlich glatt gemeißelt und zeigen nur Unregelmäßigkeiten, wo Klüfte, Schlöte oder Linsen weicheren Gesteins solche bedingen. Insbesondere machen sich Gesteinsunterschiede auf dem vielfach betretenen Boden leicht in Stufen und seichten Wannen geltend. Durch das Brechen der Steine werden die Wände und Pfeiler treppenartig gestuft. Die dadurch entstehenden tiefen Schatten verleihen den erleuchteten Höhlen ein seltsam architektonisches Gepräge und rufen eine flüchtige Ähnlichkeit mit ägyptischen oder etruskischen Grabkammern hervor.

Die *Luftwärme* betrug im Innern der Höhlen während der Sommer- und Herbstmonate ganz unabhängig von den Tageszeiten und der Witterung durchschnittlich gegen 14° Celsius. Nennenswerte Schwankungen waren allein in der Nähe der Eingänge zu verzeichnen. In luftschachtlosen Höhlen mit hochliegendem Eingange schien ein Wechsel der Luft, eine Änderung ihrer Temperatur überhaupt nicht stattzufinden. Sie haben vermutlich eine ganz konstante, der mittleren Jahreswärme genäherte Temperatur.

Bezüglich des *Wasserdampfgehaltes* der Höhlenluft sind erhebliche Unterschiede schon sinnlich wahrnehmbar. Es gibt Höhlen, die beim Eintritt einen durchaus trockenen Eindruck machen, während in anderen die Luft stärker mit Wasserdampf gesättigt ist, so daß die Höhlen feuchten Kellern gleichen und bei Beleuchtung wie von Nebel erfüllt erscheinen. Auf die Dauer bemerkt man aber am Beschlagen aller Gegenstände, daß der Wasserdampfgehalt der Luft in allen Höhlen ein sehr hoher ist. Doch erscheinen Wände, Decken und Boden fast immer trocken. Nur selten

und örtlich tritt Wasser in Gestalt von Tropfen aus. Ansätze zur Tropfsteinbildung, die sonst auch in künstlichen Höhlen usw. nach einigen Jahren nachweisbar sind, fehlen durchaus. Allein dort, wo Höhlen in mehreren Stockwerken angelegt sind, wie in der Oberstadt von Laon, ist der Boden der untersten mit einer hinreichend tiefen Wasserschicht bedeckt, um als Gebrauchswasserbehälter benutzt zu werden.

Diese abgestufte Wasserführung der Höhlen hängt von der Bewässerung und Entwässerung, in letzter Linie also vom Gestein, vom Bau und der Gestalt der Tafelberge ab. Die auf die Grobkalkplatten auffallenden Niederschläge, die in einem räumlich so beschränkten, gleichmäßig hohen Gebiete, wie im Eozän des Pariser Beckens, auch ziemlich gleichmäßig verteilt sind, passieren das wasserdurchlässige Gestein und sammeln sich auf der in der Regel vorhandenen liegenden Tonschicht zu einem hohen Quellhorizonte, an dessen Säume sie austreten. Die Deckplatte der Tafelberge wird daher fast überall von einem Bande hochliegender, mitunter auffallend starker Quellen oder von einer Zone feuchten bis sumpfigen Bodens gesäumt.

Die lehmige Verwitterungsdecke gibt das Wasser nur ganz allmählich nach der Tiefe zu ab; der an Spalten und gröberen Hohlräumen arme, von unzähligen feinen Poren durchsetzte Grobkalk läßt wie ein Filter das eingedrungene Wasser nur langsam hindurchgehen. Der Kreislauf des Wassers erfährt also hier eine sehr starke Verzögerung, welche rasche Ansammlungen von Wasser in den Höhlen im allgemeinen verhindert, dagegen an ihren freien Wänden Wasser in Dampfform austreten läßt. Der Wassergehalt des Grobkalkes hängt aber auch von der Gestalt der Tafelberge, von ihrer randlichen Zerschluchtung und von der Länge der entwässernden Saumlinie ab. Ist diese im Verhältnis zur Auffangfläche kurz, so erfolgt die Entwässerung langsamer, ist sie lang, so erfolgt sie schneller. Der schmale, tief zerrissene Tafelbergzug des Chemin des Dames, deren entwässernde Saumlinie im Verhältnis zur Fläche sehr groß ist, ist daher auffallend arm an Quellen, während das gedrungene massige Plateau von St. Gobain reich an kräftigen Quellen ist.

Die Eozäntafel hat gleich den übrigen Stufen des Pariser Beckens ein leichtes Gefälle gegen die Mitte hin, in dem der Beobachtung zugänglichen Gebiete also ein südliches bis südwestliches Fallen. Dies beeinflusst selbstverständlich die Zirkulation des Wassers, und zieht eine stärkere Durchfeuchtung der südlichen und westlichen Tafelbergländer und einen größeren Quellreichtum der entsprechenden Hänge nach sich, dem auch ein Gegensatz im Wassergehalte der Höhlen entsprechen muß.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich, daß die Höhlen je nach der Gestalt der Tafelberge und je nach ihrer Lage eine ganz verschiedene Wasserführung und Luftfeuchtigkeit haben müssen.

Von der Menge des Wassers, welche das Höhlengestein passiert und welche man angesichts der verhältnismäßig großen Trockenheit leicht unterschätzt, gibt die Tatsache eine Vorstellung, daß der Quellhorizont unter dem Grobkalke bis in unsere Zeit das ganze Gebrauchswasser der Stadt Laon oder zum mindesten ihrer Oberstadt geliefert hat.

In Tropfenform tritt das Wasser nur an den Klüften und im Bereiche der Verwitterungsschlöte auf. Es erscheint an den Decken der Höhlen in kreisrunden Flächen, aus deren feuchteren Mitte braune Algen stalaktitenartig herabhängen, während der minder feuchte Rand von einem weißen Bande von Schimmelpilzen eingenommen wird.

Da die Dörfer und Städte, die Burgen und Dome im ganzen Tertiärgebiete fast ausschließlich aus dem Gesteine der unterirdischen Steinbrüche aufgebaut sind — Tagbauten beschränken sich nur auf verhältnismäßig wenige günstige Stellen —, so entspricht die Verteilung der Höhlen ungefähr der der Ortschaften. Oft gehören zu einem Dorfe mehrere Höhlen. In der Umgegend von Vauxaillon finden sich z. B. innerhalb von 4 Quadratkilometern nicht weniger als acht Höhlen auf der Karte verzeichnet, wobei zu bedenken ist, daß es sich meist um große Höhlenkomplexe, oft um eine Mehrzahl handelt und daß die kleineren häufig gar nicht in die Karte aufgenommen sind. Hieraus kann man die bedeutende Umlagerung des Gesteins und die mit ihr verbundene Arbeit ermessen, die im Laufe von mehr als einem Jahrtausend geleistet worden ist.

Der örtliche Name der künstlichen Höhlen, Creuttes oder Crouettes, stammt von einem keltischen Worte, welches soviel wie Stein bedeutet. Derselbe Stamm kehrt auch in Ortsnamen wie in Crouy nördlich Soissons und in dem bekannten Craonne wieder. Diese Tatsache lehrt, ganz abgesehen von den vorgeschichtlichen Funden, daß die Anlage der Höhlen im Grobkalke uralte ist. Ursprünglich mögen sie bloße Nischen („Abriss sous roche“) gewesen sein, später trieb man kurze Stollen vor, an die sich seitlich Kammern anschließen, die lediglich zur Wohnung dienten. Endlich entfernte man, um Baustein zu gewinnen, die Hauptmasse des Gesteins.

Besprechungen.

Struck, Herm., Kriegsgefangene. 100 Steinzeichnungen. Mit Begleitworten von *F. von Luschan*. Ein Beitrag zur Völkerkunde im Weltkrieg. Mit Genehmigung des Kgl. Kriegsministeriums herausgegeben. Berlin, D. Reimer (Ernst Vohsen), 1916. In 3 Ausgaben: Vorzugsausgabe, jedes Blatt vom Künstler eigenhändig unterzeichnet, Preis M. 500,—, Quartausgabe Preis M. 20,—, Volksausgabe in Kl. 4^o. Preis M. 2,—.

Das vorliegende prächtige Tafelwerk hat neben dem in erster Linie stehenden künstlerischen Wert der treffsicher und mit ausgezeichnetem Verständnis

für das Charakteristische von *Herm. Struck* flott hingeworfenen Köpfe, Kniebilder und figürlichen Darstellungen aus dem Völkergemisch unserer Kriegsgefangenenlager in Guben, Wünsdorf, Döberitz und Frankfurt a. O. einen vertieften wissenschaftlichen Wert dadurch erhalten, daß ihm eine auf breiter Grundlage ruhende Einführung aus der Feder des Berliner Anthropologen Prof. Dr. F. *Luschan* beigegeben ist. Die 27 große Quartseiten füllenden, durch eine ungemein lehrreiche Auswahl auf Kunstdruckpapier reproduzierter Rassenbilder aus den Beständen der Kgl. Sammlungen in Berlin veranschaulichten Darlegungen des letzteren geben erst die anleitenden Hinweise zum Verstehen der wissenschaftlichen Bedeutung der Struckschen Originalzeichnungen. Sie führen gleichzeitig in den augenblicklichen Stand unserer anthropologischen Kenntnis vom Menschengeschlechte überhaupt ein. Bei der Zerstretheit des Quellenmaterials zu diesem schwierigen Thema, bei dem vielfachen Für und Wider der wissenschaftlichen Auffassungen selbst in grundlegenden anthropologischen Werken muß eine so erfahrene Wegleitung allen denen besonders willkommen sein, welche das weite Gebiet der Anthropologie deshalb schwer zu meistern vermögen, weil es nicht ihr Hauptarbeitsfeld ist. Hierher darf man wohl die Mehrheit der Mediziner, Naturforscher und Geographen rechnen, nicht minder aber auch die weiten Kreise der wissenschaftlich interessierten Kriegsteilnehmer, welche zwar durch ihre Erlebnisse auf den verschiedensten Kriegsschauplätzen in direkteste Berührung mit fremden Rassenvertretern gekommen sind, sich aber in der Vielheit der Erscheinungen nicht zurechtzufinden vermögen.

In diesem einführenden Text geht *v. Luschan* aus von der durch eine weitaus überwiegende Mehrheit von Fachleuten heute gebilligten Überzeugung, daß der Prozeß der Menschwerdung nur einmal und an einer Stelle (wahrscheinlich im südlichen Asien) erfolgt sei, und daß alle jetzt lebenden menschlichen Rassen von dieser einen Urform abstammen.

Wie aus dieser Urform die zahllosen Varianten nach ihrer Körpergröße, Schädelform, Haarbildung, Hautfarbe usw. entstanden sein können, wird streng sachlich und kritisch erörtert, die gemachten Versuche der Rasseneinteilung der Menschheit werden beleuchtet und dann als Ergebnis gefolgert: „Einstweilen werden wir uns diese Verhältnisse im großen und ganzen so vorstellen dürfen, daß irgendwo in Südasien aus sehr primitiven Anfängen die ersten Menschen sich entwickelt haben, Menschen, die sich ihren somatischen Eigenschaften nach nicht sehr wesentlich von Anthropoiden haben unterscheiden können Wir werden uns wohl vorstellen müssen, daß zehntausende und vielleicht hunderttausende von Jahren hindurch größere oder kleinere Horden dieser ältesten Menschen zunächst sich über immer größere Teile von Südasien ausbreiteten, allmählich aber weiter wanderten, so daß einzelne Stämme auf damals noch vorhandenen Landbrücken bis nach Australien gelangt sein mögen, andere die Mittelmeerländer, vorerst das Niltal, erreicht haben. Lange Zeiten mögen sie da und dort noch somatisch untereinander ziemlich ähnlich geblieben sein, wofür die Übereinstimmungen sprechen, die zwischen dem paläolithischen Menschen von Europa und dem Ureinwohner von Australien wenigstens im Skelettbau zu bestehen scheinen. Wir werden uns vorstellen dürfen, daß diese Leute dunkel, langköpfig, von mittlerer Statur und wohl schlichthaarig gewesen sind.“

„Von dieser Urform müßten sich nun schon sehr

früh zwei andere Bildungen abgezweigt haben, eine nach Süden, die andere nach Norden und Nordwesten. Diese letzteren würden in einer anderen Umwelt, vor allem in dem kälteren Klima von Inner- und Nordasien, einen Teil ihres Pigments verloren, daneben aber auf andere Weise ganz kurze Schädel und völlig schlichtes Haar erworben haben.“

„In ähnlicher Weise dürfte — vielleicht in einer Gegend, die jetzt vom Indischen Ozean überflutet ist — ein anderer Teil dieser ältesten Urhorden kraushaarig geworden sein, so daß wir von ihm dann sowohl die afrikanischen Neger als auch die ozeanischen Melanesier abzuleiten hätten.“

Im einzelnen werden durch *von Luschan* besonders die durch Völkerwanderungen stark durcheinander gemischten Vertreter Nordafrikas und Vorderasiens behandelt. Die von *Struck* gezeichneten Typen nordafrikanischer Kriegsgefangener zeigen ein erst an der Hand dieser Luschanschen Erläuterungen einigermaßen verständliches Gemenge der verschiedensten Formen, von den allerfeinsten „europäischen“ Typen (Nr. 79, 82 und 84 von *Strucks* Tafeln) durch allherd „angeregerte“ Leute (wie Nr. 89 und 90) hindurch bis zu den reinsten Negern (Nr. 92, 95, 96, 99). Das fast unentwirrbar erscheinende Gemenge der heutigen Vorderasiaten kommt in *Strucks* Zeichnungen Nr. 19—27 besonders schön zum Ausdruck. Von ihnen sagt *Luschan*, daß diese Zeichnungsreihe die Verschiedenheit der Typen innerhalb der als „tatarisch“ bezeichneten Gruppe „in bisher niemals erreichter Weise beleuchte“. Nicht minder auffellend für das Verständnis der interessanten Reihe der indischen Charakterköpfe *Strucks* sind *von Luschan*s Angaben über die auf indischem Boden (vorzüglich unter den Bergvölkern und in Bengalen, sowie unter den Weddahs auf Ceylon) verhältnismäßig wenig veränderten Überreste der alten dunklen Urrasse der Menschheit, während im Westen der indischen Halbinsel vorderasiatische Elemente großen Einfluß ausgeübt haben. Einen kleinen Begriff von der dadurch bedingten schier unübersehbaren Menge indischer Typen geben die *Struckschen* Tafeln Nr. 45—72.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Moscheles, J., Das Klima von Bosnien und der Hercegovina¹⁾. (Zur Kunde der Balkanhalbinsel. 1. Reisen und Beobachtungen, Heft 20, herausgegeben vom bosnisch-herzegowinischen¹⁾ Institut für Balkanforschung in Sarajewo.) Sarajewo, Komm.-Verlag von J. Studnicka. 1918. 116 Seiten und 3 Karten. Preis 4 Kronen.

Als nach dem Berliner Frieden 1878 Bosnien und Herzegowina unter österreichisch-ungarische Verwaltung kamen, wurden auf Anregung von *Hann* im Jahre 1879 die ersten Wetterstationen eingerichtet. Das Hauptverdienst um die treffliche Entwicklung des Stationsnetzes, die in den Stationen I. Ordnung in Sarajewo, Mostar und auf der 2067 m hohen Bjelasnica gipfelte, hat der verstorbene Oberbaurat *Ballif*, der auch für die Herausgabe vorzüglicher Jahrbücher sorgte.

Nach viele Jahre zurückliegenden Arbeiten von *Hann, Ballif* u. a. wird im vorliegenden Heft wieder ein Versuch gemacht, einen Überblick über das Land zu gewinnen. Es ist ein sehr großer, anerkannter Fleiß darauf verwandt worden, leider nicht überall mit dem entsprechenden Erfolge. Verfasser wollte nämlich aus von ihm angeführten, bei dem stark ge-

¹⁾Diese verschiedene Schreibweise steht so auf dem Umschlag.

birgigen Lande durchaus berechtigten Gründen eine Umrechnung kurzer Beobachtungsreihen auf lange unterlassen und benutzte deshalb überall nur das Jahrzehnt 1901—10, wofür ihm 60 Stationen zur Verfügung standen. Zehn Jahre sind aber für viele der abgeleiteten Werte, wie Niederschlagsmengen und -tage, Trocken- und Nässeperioden usw. viel zu kurz, um den Einfluß einzelner, gerade dort nicht selten stark abweichender Jahre auszugleichen. Sodann sind die Beobachtungen mancher Stationen sehr anzuzweifeln; besonders zeigt sich das bei den Nebel-, Gewitter- und Sturmtagen. Während z. B. Sarajewo 39,4 Gewittertage hat, soll das 30 km westsüdwestliche Tartschin nur 15,3 und das ebenso weit westnordwestliche Kiseljak gar bloß 6,2 haben?! Ebenso hätte Bijeljina — nur 10 km westlich der sumpfigen, nebelreichen serbischen Matscha — nicht mehr als 2 Nebeltage im Jahre, und von den nicht viel über 10 km voneinander entfernten Stationen Kralupi (780 m) und Przići (1060 m!) hätte erstere 59, letztere aber nur 10 Nebeltage?! Hier zeigt sich wieder einmal die alte Erfahrung: Klimabeschreibungen soll nicht nur der nicht schreiben, der das Land nicht genau kennt — bei dem Verfasser nehme ich diese Kenntnis an —, sondern auch der nicht, der nicht praktisch an einem Landeswetteramt gearbeitet hat, denn er wird die Zahlen der Beobachter und der Jahrbücher für zuverlässig annehmen, während doch im bestgeprüften Jahrbuch noch Fehler stehen können, die dem Beobachter oder der Station eigentümlich sind und erst bei Prüfung einer langen Beobachtungsreihe gefunden werden können.

Ein fernerer Mangel liegt bei den Grenztemperaturen darin, daß nur an ganz vereinzelter Stationen (wohl nur bei Sarajewo, Mostar und Bjelašnica?) Maximum- und Minimumthermometer in Gebrauch waren und deshalb jene Grenzwerte den dreimal täglichen Beobachtungen entnommen werden mußten, wodurch sie naturgemäß weniger groß ausfallen und unvergleichbar sind; bei welchen Orten das nicht notwendig war, wird nicht gesagt. Endlich scheint Verfasser den Regenschatten nicht zu kennen, denn er erwähnt ihn nirgends, obwohl er doch in jedem Berglande eine große Rolle spielt.

Trotz dieser grundsätzlichen Bedenken bildet die wie gesagt sehr fleißige Arbeit einen wichtigen Fortschritt in der Erforschung des Klimas der Balkanhalbinsel.

C. Kaßner, Berlin.

Pöschl, Theodor, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Berlin, Julius Springer, 1917. VII, 134 S. und 102 Textabbildungen. Preis M. 5,60.

Das vorliegende kleine Buch ist im Anschluß an Vorträge vor Offizieren entstanden, die im k. u. k. Fliegerarsenal in Wien in den technischen Dienst eingeführt werden sollten. Die Aufgabe, derartig elementare, Einführungen in schwierige Fachgebiete zu geben, ist im Laufe des Krieges an viele herangetreten und konnte bei der stets beschränkten Zeit meist nur unvollkommen erfüllt werden. Darum entspricht die Herausgabe derartiger Vorträge einem Bedürfnis. Der Verfasser hat den Stoff in besonders anschaulicher und anregender Weise verarbeitet; er bringt alle wesentlichen Grundbegriffe der Bewegungslehre, Statik und Dynamik in einfacher Ableitung ohne Verwendung von höherer Mathematik, aber ohne an irgend einer Stelle die Klarheit und strenge Folgerichtigkeit zu opfern. Er will zur technischen Anschauung erziehen und geht bei allen

Problemen entschieden auf das Konkrete los, das sich für seinen Zweck in den verschiedensten Beispielen aus der Flugtechnik darbietet. Er geht soweit ins Einzelne, daß Fragen behandelt werden, wie z. B. die Bestimmung der Flugzeuggeschwindigkeit bei Wind, das Seileck, das einfache Fachwerk, die Haftreibung und die rollende Reibung, die Bestimmung des Drehmoments und der Leistung von Motoren. Auch gibt er reichlich numerische Werte an.

L. Hopf, Aachen.

Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik, IV. Band. Herausgegeben unter Mitwirkung von Hauptmann K. Becker. 2. vermehrte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1918. 174 S. Tabellen und 9 Tafeln auf Kunstdruckpapier. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 18,—.

Der nun auch in 2. Auflage erschienene 4. Band des deutschen Fundamentalwerkes der Ballistik bringt die rechnerischen Hilfsmittel zur Lösung der Aufgaben der Praxis, deren Theorie im 1. Bande erläutert wurde. Gegenüber der 1. Auflage ist manche wertvolle Ergänzung besonders im Hinblick auf die graphischen Hilfsmittel zu verzeichnen. In Tafel 2 hätten vielleicht die neuesten Ergebnisse der Geodäsie (*Helmerts* Publikation) bereits verwertet werden können. Vom typographischen Standpunkt aus wäre für spätere Auflagen ein weiterer Fortschritt wie von der 1. zur 2. Auflage auch in den Ziffern erwünscht. Hier könnten astronomische Tabellen-Sammlungen wohl als Vorbild dienen. Der Mangel an Einheitlichkeit in der gewählten Genauigkeitsgrenze liegt in dem verwerteten Material aus anderen Quellen begründet. In den Überschriften der Tabellen hat die Teubnersche Offizin nicht gerade ein Meisterstück an Übersichtlichkeit geleistet. Was die Freiheit an Druckfehlern betrifft, auf die es ja bei dem Tabellenwerk in erster Linie ankommt, so konnte Rezensent feststellen, daß alle ihm bekannten Fehler der 1. Auflage hier berichtigt sind. (Das in der Überschrift Seite 46 fortgelassene θ ist unwesentlich.) — Besonders wertvoll für den Physiker sind die ausgezeichneten Aufnahmen, die den 4. wie den 1. Band zieren. Auch dieser Band ist für den praktischen Ballistiker unentbehrlich.

H. H. Kritzinger, Berlin.

Pauli, W. E. und R., Physiologische Optik, dargestellt für Naturwissenschaftler. Jena, Gustav Fischer, 1918. IV, 111 S., 2 Tafeln und 70 Abbildungen. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 7,20.

Das große Werk von *Helmholtz* über Physiologische Optik ist auch in seiner zweiten, von A. König zu Ende geführten Auflage schon vielfach veraltet; auch ist es für die Zwecke, die der Physiker, der Astronom, der Biologe usw. verfolgt, viel zu umfangreich, als daß er sich darin leicht zurechtfinden könnte. Es ist daher mit Freuden zu begrüßen, daß die Verfasser des vorliegenden Buches — der eine Physiker, der andere Psychologe — sich zusammengetan haben, um ein handliches, den gedachten Zwecken angepaßtes Buch zu schreiben, daß das dringend Wissenswerte aus dem in Frage stehenden Gebiete in moderner Fassung enthält. Vielleicht sind die Verfasser in der Beschränkung sogar etwas zu weit gegangen; und es gibt eine ganze Anzahl von Themen, die man gern in dem Buche fände, aber vergeblich sucht. Indessen ist das mehr ein Wink für spätere Auflagen als ein Tadel für die vorliegende; denn auch diese enthält schon des Interessanten genug. Der erste Teil behandelt die Dioptrik des Auges, seinen Bau, den Strahlengang, den Augenspiegel, Akkommodation und Irradiation sowie die Brillengläser; in

diesem letzteren Paragraphen wäre ein näheres Eingehen auf den an die Namen *Gullstrand* und *von Rohr* sich knüpfenden Fortschritt erwünscht; denn die bezügliche Lehre hat theoretisch und praktisch gradezu umwälzend gewirkt. Der zweite Teil ist den Gesichtsempfindungen gewidmet, und zwar zunächst allgemein, dann mit Rücksicht auf besondere Probleme: Lichtmischung, Farbenlehre, zeitliche Verhältnisse, Photometrie; überall werden zur scharfen Fixierung des Problems und der Gesetze gut gewählte Beispiele herangezogen. Die Farbenlehre selbst, namentlich in ihrer neuesten Ausgestaltung durch *Ostwald*, gehört auch zu den für die Zukunft vorzumerkenden Ergänzungen. Die Theorie des Farbensehens selbst, also das spezifisch Physiologische an dem Problem, wird nach allen Richtungen gekennzeichnet, es wird gezeigt, was die Helmholtzsche Theorie leistet und wo die Heringsche einspringt; und es wird auf die Farbenblindheit, den Simultankontrast und andre Fragen näher eingegangen. Im dritten Teile wird dann der Übergang von den Gesichtsempfindungen zu den Gesichtswahrnehmungen gemacht: Sehschärfe, Optische Täuschungen, Binokulares Sehen wird in den Grundlagen und Ausgestaltungen dargelegt und bei dem letzteren Problem auch auf die allgemeine Theorie der Raumanschauung kurz hingewiesen, leider ohne Berührung der interessanten Frage des orthoskopischen und pseudoskopischen Sehens, zu dessen experimentellem Studium *v. Rohr* besondere Apparate konstruiert hat. Der letzte Paragraph ist dem Sehen von Bewegungen gewidmet; wobei auf die Grundlagen der Stroboskopie und Kinematographie eingegangen wird. Eine Auswahl aus der Literatur und ein Stichwörterverzeichnis erhöhen die Brauchbarkeit des kleinen Buches, das auch mit Abbildungen reich ausgestattet ist.

Felix Auerbach, Jena.

Zuschriften an die Herausgeber.

„Gasbäder“ mit Schwefeldioxyd.

Zu dem Aufsatz von Herrn Dr. B. Harms auf S. 673 dieser Zeitschrift gestatte ich mir einige historische Ergänzungen mitzuteilen.

Die Gasbehandlung, namentlich von Hautkrankheiten, reicht sehr weit zurück. Bekannt sind die arsen- und quecksilberhaltigen „suffumigia“, die seit dem 16. Jahrh. zur Therapie der Syphilis dienten. Reines gasförmiges Schwefeldioxyd benutzte zuerst der Chemiker *Johann Rudolph Glauber* (1604–1670) gegen die Krätze des Menschen. Er setzte den Patienten in einen hölzernen Schwitzkasten, und erzeugte das Gas in einer seitlich angebrachten kupfernen Kugel. Eine ähnliche Apparatur war übrigens bereits um die Mitte des 16. Jahrhunderts bekannt. *Glauber* schrieb seinen „truckenen sulphurischen Bädern“ neben der Krätze auch noch Heilkraft „In Contracturis, Paralyti, Epilepsia, Scorbuto, Melancholia, Hypochondriaca, morbo gallico“ usw. zu.

Im Jahre 1813 versuchte *Galès*, pharmaciens des hôpitaux de Paris, von neuem die schweflige Säure bei der Krätze. Der bekannte Arzt *d'Arcet* ersetzte die etwas schwerfällige Apparatur von *Galès* durch einen dem Glauberschen ähnelnden Kasten. Zur völligen Heilung waren 10 „fumigations“ erforderlich.

Die wenig günstigen Erfahrungen, die mit der Gasbehandlung im Hôpital St. Louis zu Paris gemacht wurden, scheinen sie jedoch nach anfänglich großen Erwartungen bald wieder in Vergessenheit ge-

bracht zu haben. Doch blieb die Behandlung mit anderen Gasen, wie Ammoniak, Chlor, Brom, Kohlendioxyd usw. noch einige Zeit in Schwung. Die Übertragung auf die Therapie der Pferderäude ist allerdings meines Wissens damals nicht vorgeschlagen worden.

Berlin, den 15. November 1918.

Dr. Walter Brieger.

Literatur.

Johann Rudolph Glauber, Furni philosophici, oder Philosophischer Öfen. Dritter Teil. Amsterdam 1650, S. 56 ff.

Alfred Martin, Deutsches Badewesen in vergangenen Tagen. Jena 1906, S. 125.

Dumas, Traité de chimie appliquée aux arts, I, 151 und Atlas, Plch. IX (Paris, 1828).

Joh. Heinr. Kopp, Ärtzl. Bemerkungen, veranlaßt durch eine Reise in Deutschland und Frankreich im Frühjahr und Sommer 1824, Frankfurt a. M. 1825, S. 110 ff.

Geographische Mitteilungen.

Geographische Abende. Das Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht zu Berlin veranstaltet in diesem Winter eine Reihe von geographischen Einzelvorträgen, die Geheimrat *A. Hettner* (Heidelberg) am 23. Oktober 1918 mit einem Vortrag über die Einheit der geographischen Wissenschaft eröffnet hat. Ein Bericht darüber findet sich nachstehend. In Aussicht genommen sind noch folgende Vorträge:

1. Prof. *W. Meinardus* (Münster i. W.): Luftkreis und Weltmeer im Lehrbereich der Geographie. 13. November 1918.
2. Prof. *Gradmann* (Tübingen): Pflanzen und Tiere im Lehrgebäude der Geographie. 27. November 1918.
3. Prof. *O. Schlüter* (Halle a. S.): Die Stellung der Geographie des Menschen in der erdkundlichen Wissenschaft. 11. Dezember 1918.
4. Prof. *N. Krebs* (Frankfurt a. M.): Die Bedeutung der geographischen Karte. 18. Dezember 1918.
5. Geheimrat *J. Partsch* (Leipzig): Der Bildungswert der politischen Geographie. 22. Januar 1919.
6. Prof. *K. Hassert* (Dresden): Der Bildungswert der Wirtschafts- und Verkehrsgeographie. 5. Februar 1919.
7. Prof. *P. Wagner* (Dresden): Geographischer Unterricht und Auslandskunde. 19. Februar 1919.
8. Studienrat *F. Lampe* (Berlin): Der bildende Wert des erdkundlichen Schulunterrichts. 5. März 1919.
9. Geheimrat *A. Philippson* (Bonn): Die Lehre vom Formenschatz der Erdoberfläche als Grundlage für die geographische Wissenschaft. An einem noch näher zu bestimmenden Tage.

Der Besuch der Einzelvorträge ist unentgeltlich, doch müssen in der Geschäftsstelle des Zentralinstituts (Berlin W 35, Potsdamer Str. 120) Einlaßkarten entnommen werden, deren Vorweisung zum Besuch berechtigt.

Die Einheit der Geographie. Am 23. Oktober hielt Geheimrat *A. Hettner* (Heidelberg) im Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht zu Berlin einen Vortrag über die *Einheit der Geographischen Wissenschaft*. Der Vortragende schilderte in einer historischen Einleitung die Versuche, eine Einheit der Geographie zu gewinnen, bei welcher sich im wesentlichen zwei Gesichtspunkte erkennen lassen, die Auffassung der Geographie einerseits als einer allgemeinen Erdwissenschaft und anderer-

seits als der Lehre vom Wohnplatz des Menschen. *Alexander von Humboldt* schuf eine naturwissenschaftliche Länderbeschreibung. *Karl Ritter* hat die Geographie im Sinne der Länderkunde zu einer Wissenschaft gemacht.

Die Wissenschaften lassen sich einteilen in Sachwissenschaften, Geschichtswissenschaften und Raumwissenschaften. Der alte Streit, ob die Geographie eine Geistes- oder Naturwissenschaft sei, ist müßig, denn diese Einteilung läßt sich auf die Geographie als eine Raumwissenschaft nicht anwenden. Gerade darin aber liegt ihr Bildungswert. Es gibt zwei verschiedene Gesichtspunkte der geographischen Betrachtung. Man kann das Vorkommen der einzelnen Kategorien von Erscheinungsformen über die ganze Erde ohne Rücksicht auf die einzelne Erdstelle oder das Zusammenwirken der Erscheinungen verschiedener Naturreiche an derselben Stelle untersuchen. Ersteres ist der Standpunkt der allgemeinen Geographie, letzteres derjenige der speziellen Geographie oder Länderkunde. Als Zwischenglieder zwischen beiden kann man die Betrachtung größerer Gebiete wie etwa der Erdteile auffassen. Die allgemeine Geographie wird oft mit der generellen, die Länderkunde mit der individuellen Betrachtungsweise identifiziert, aber diese Unterscheidungen decken sich nicht vollständig.

Ausdrücklich bekämpfte der Vortragende die verbreitete Anschauung, daß die wissenschaftliche Forschung lediglich der allgemeinen Geographie angehöre. Die geographische Wissenschaft kann nur gefördert werden durch Einzelforschung an einer bestimmten Erdstelle. Die Forschung selbst ist neutral, ihre Ergebnisse können sowohl in der allgemeinen Geographie als auch in der Länderkunde fortgeführt werden. Es läßt sich zwar nicht leugnen, daß die allgemeine Geographie den Unterstock, die Länderkunde den Oberstock des Lehrgebäudes der Geographie darstellt, aber dies bedingt keineswegs einen Rangunterschied. Wenn der Unterricht systematisch erteilt wird, so muß allerdings der Unterricht in allgemeiner Geographie der Darstellung der Länderkunde vorausgehen. Die Frage ist aber, ob er systematisch erteilt werden soll. Diese Fragestellung nahm der Vortragende zum Anlaß, auf Grund seiner reichen Lehrerfahrung die verschiedenen Methoden des geographischen Unterrichts, vor allem auf den Universitäten zu beleuchten. Am besten beginnt der Unterricht mit der länderkundlichen Betrachtung der Heimat, weil sich dann am leichtesten die Begriffe an eigene Beobachtungen anknüpfen lassen. Der Vortragende schilderte des näheren, wie er diese Anknüpfung in seinen Vorlesungen an der Universität Heidelberg zu gestalten pflegt, und zeigte an dem Beispiele des Odenwaldes und der oberrheinischen Tiefebene, wie die Verschiedenheit in der Höhenlage, die zwischen diesen beiden Landschaften durch eine tektonische Bruchlinie verursacht worden ist, Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen, in den Oberflächenformen, im Pflanzenkleide und in der menschlichen Kultur nach sich zieht. Er setzte des weiteren auseinander, welche Wirkungen ein solcher Höhenunterschied in anderen Breitenlagen, in anderen Klimaten, vor allem bei anderen Niederschlagsmengen haben würde. In einer derartigen Betrachtung kommen die Gesetze der allgemeinen Geographie deutlich zum Ausdruck und können bei solchen Gelegenheiten entwickelt werden. Allerdings ist auch eine zusammenfassende Darstellung der allgemeinen Geographie nötig zur Gewinnung einer Übersicht. Aber sie darf nicht in abstrakter Weise vor der Behandlung der Länderkunde

gelehrt werden, muß vielmehr an diese anknüpfen. Dann werden die Begriffe aus der Anschauung des Bekannten heraus entwickelt und nicht, wie es sonst leicht der Fall sein kann, verständnislos auswendig gelernt. Als Gang des Unterrichts wäre also zu empfehlen: 1. Heimatkunde, 2. Deutschland, 3. Europa, 4. Erdteile, 5. Erdganzes. Ordnet man so die allgemeine Geographie in den Rahmen der Länderkunde ein, so können wir in ihr die geographische Wissenschaft als Einheit zusammenfassen.

Die Höhengnullpunkte der amtlichen deutschen Kartenwerke sind keineswegs, wie vielfach angenommen wird, identisch. Es bestehen vielmehr Differenzen, die fast 3 m erreichen, so daß eine kritische Zusammenstellung der verschiedenen Ausgangspunkte für die Höhenmessung, wie sie *H. Heyde* gegeben hat¹⁾, sehr verdienstlich ist, trotzdem die ermittelten Resultate nur vorläufige sind. Den süddeutschen Staaten Bayern, Baden und Württemberg kommt das Verdienst zu, bereits am Anfang des vorigen Jahrhunderts die ersten deutschen topographischen Spezialkarten herausgegeben zu haben, für welche sie den „Meereshorizont“ als Nullniveau annahmen. Aber da diese Staaten nirgends an das Meer grenzten, so mußte die Übertragung der Höhen von der Meeresküste eines fremden Staates nach dem Inneren des eigenen Landes auf einem weiten Wege geschehen, so daß es nicht verwunderlich ist, daß bei den damals weniger vollkommenen Meßmethoden Fehler entstanden, die erst durch später ausgeführte Präzisionsnivelements ihrem Betrage nach bestimmt werden konnten. Als Vergleichshorizont gilt jetzt im ganzen Deutschen Reich Normal-Null (N. N.), das vor etwa vier Jahrzehnten in annähernd gleicher Höhe mit dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels, als eines viel gebrauchten Nullpunktes für Höhenbestimmungen, festgesetzt wurde. Nach den neuesten Messungen beträgt die Höhendifferenz zwischen beiden nur 44 mm, um welche Amsterdamer Null höher liegt als Normal-Null, so daß für praktische Zwecke eine Übereinstimmung angenommen werden kann. In der oben erwähnten Arbeit wird nun für die einzelnen Bundesstaaten näher auseinandergesetzt, welche Definition dem ursprünglichen Kartennullpunkt zugrunde liegt, welche Veränderungen im Laufe der Zeit eingetreten sind, und welche Resultate die Vergleiche mit den Nullpunkten anderer Staaten ergeben haben. Während den in der Gegenwart ausgegebenen neuen Kartenblättern der Bundesstaaten fast durchgehends das Normal-Null-Niveau zugrunde liegt, basieren die älteren Blätter noch auf den alten Höhengnullpunkten, deren Kenntnis daher für die richtige Benutzung dieser topographischen Kartenwerke unentbehrlich ist. Die folgende Tabelle gibt eine vergleichende Zusammenstellung der verschiedenen Nullpunkte mit dem Normal-Null-Niveau und dem mittleren Meeresniveau zu Amsterdam, welches letzteres natürlich nicht zu verwechseln ist mit dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels, vielmehr 149 mm niedriger liegt als dieser. Die Zahlen in der Tabelle bedeuten die Differenz: Höhengnullpunkt minus N. N., beziehungsweise Höhengnullpunkt minus Mittelwasser in Amsterdam. Für Baden, Bayern, Hessen und Württemberg stellen die Zahlenangaben Mittelwerte dar.

¹⁾ Die Höhengnullpunkte der amtlichen deutschen Kartenwerke. Von *Herbert Heyde*. Festband, *Albrecht Penck* zur Vollendung des sechzigsten Lebensjahrs gewidmet, von seinen Schülern und der Verlagsbuchhandlung, Seite 375—383. Stuttgart, 1918.

S t a a t	Höhennullpunkt über	
	N. N.	Mittel- wasser zu Amster- dam
	m	m
Deutsches Reich	0,000	+0,105
Baden	—2,022	—1,917
Bayern { (Pfalz)	—2,000	—1,895
{ (rechts des Rheins)	—1,740	—1,635
Braunschweig	0,000	+0,105
Hessen	—0,125	—0,020
Preußen	0,000	+0,105
Sachsen	—0,056	+0,049
Württemberg { (Topograph. Karte)	—2,022 ¹⁾	—1,917
{ (Geognost. Karte)	+0,9	+1,005
	O. B.	

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Zur Pathologie der Sehbahn. 1. Klinische und anatomische Untersuchungen zur Lehre vom Gesichtsfeld (Igersheimer, v. Graefes Arch. für Ophthalmologie 1918, Bd. 96, S. 1). Die Pathologie des Sehnerven ist nach manchen Richtungen hin noch ungeklärt. Es liegt das z. T. an der noch ungenügenden funktionellen Diagnostik; ferner daran, daß man nur selten in der Lage ist, Fälle, die vorher klinisch genau untersucht werden konnten, einer eingehenden anatomischen Prüfung zu unterwerfen und drittens ist es dadurch bedingt, daß die anatomischen Methoden in ihrer Beziehung zum funktionellen Ausfall noch weiterer Erforschung bedürfen. Die vorliegende Arbeit hat es sich zur Aufgabe gestellt, zur Besserung der funktionellen diagnostischen Methoden beizutragen und auch einige anatomische Beiträge zu liefern.

Es wird zunächst eine Methode der Gesichtsfelduntersuchung eingehend geschildert, die nicht nur häufig Ausfälle im Gesichtsfeld aufdeckt, wo die bisherige Perimeteruntersuchung versagt, sondern die auch imstande ist, das Wesen der Gesichtsfeldstörungen, wie sie gerade bei Erkrankungen des Sehnerven auftreten, dem Verständnis näher zu bringen. Die Methode beruht auf der Erkenntnis, daß Leitungsstörungen im Optikus sich nach außen hin im Gesichtsfeld als Skotome äußern, die nach dem blinden Fleck hin tendieren und meistens mit ihm im Zusammenhang stehen. Die Skotome sind als Negative der in ihrer Leitung gestörten Nervenfasern aufzufassen. Wegen der Einzelheiten der Methodik und wegen des Instrumentariums muß auf das Original verwiesen werden. Es soll nur hervorgehoben werden, daß die Prüfung mit einer Umkreisung des blinden Flecks beginnt und daß man stets danach trachten muß, senkrecht auf den Verlauf der Nervenfaserausbreitung zu perimetrieren. Ferner ist wesentlich, daß man die grundlegende Entdeckung Bjerrums, Objekte mit kleinem Gesichtswinkel (etwa 2 mm) zu benutzen, sich zu eigen macht.

Als erstes Resultat der neuen Gesichtsfeldprüfung ist zu verzeichnen, daß man mit ihrer Hilfe in die Verlaufsweise der Nervenfasern in der Netzhaut besser

eindringt. Die Darstellung der „Bündeldefekte“ hat ergeben, daß die Nervenfasern nicht, wie man bisher immer angenommen hat, von der Papille aus radiär ausstrahlen, sondern daß die nach oben und unten austretenden Fasern zuerst ein Stück weit konzentrisch zur Macula verlaufen, um dann nach der Peripherie abzubiegen. Nur die direkt nach außen und nach innen gehenden Fasern haben rein radiären Verlauf entsprechend den anatomischen Befunden von Michel und Dogiel. Dieses Ergebnis der funktionellen Prüfung ist einerseits befugt, eine anatomisch physiologische Lücke unserer Kenntnis auszufüllen, andererseits aber praktisch klinisch von Wichtigkeit, da sich auf diese Erkenntnis ein wesentlicher Teil der Untersuchungstechnik aufbaut. Ein zweites Ergebnis auf dem Gebiete der Nervenfaserausbreitung ist der Fund, daß es zwei Typen von Bündeldefekten gibt, solche, die ihre größte Intensität in ihrem peripheren Anteil haben und meist in der Peripherie des Gesichtsfeldes endigen, und andererseits solche, die in der intermediären Netzhautzone endigen und deren Intensität oft nach dem blinden Fleck hin zunimmt. Diese Erkenntnis scheint eine Grundlage zum Studium der wichtigen Frage bilden zu können, ob eine Kongruenz zwischen Netzhaut und Sehnerven insofern besteht, als die peripher im Optikusquerschnitt verlaufenden Nervenfasern zu den peripheren Teilen der Netzhaut Beziehung haben und die mehr axialwärts liegenden zu der intermediären Netzhautzone oder ob es sich anders verhält. Die Wahrscheinlichkeit spricht zunächst mehr für den ersten Modus.

Die Erkenntnis solcher 2 Typen von Bündeldefekten gibt außerdem die Handhabe zum Verständnis des Wesens mehrerer klinisch gut bekannter Gesichtsfeldanomalien, z. B. der konzentrischen Gesichtsfeldeinengung, der Vergrößerung des blinden Flecks, des Ringskotoms und auch mancher Eigentümlichkeit papillo-maculärer Ausfälle.

Bei Untersuchungen über die konzentrische Gesichtsfeldeinengung wird zunächst gezeigt, besonders auch an Hand eines anatomisch untersuchten Falles von linksseitiger Läsion des Tractus opticus mit absteigender Degeneration des gekreuzten Bündels, daß die konzentrische Einengung nicht als ein Mittel betrachtet werden kann, den Prozeß im Sehnerven im einzelnen zu lokalisieren, sondern höchstens als ein Symptom dafür, daß der Sehnerv irgendwie erkrankt ist. An dem zitierten Fall war trotz reiner Erkrankung des gekreuzten Bündels eine allseitige Einschränkung nachweisbar gewesen. Die konzentrische Einengung kann man sich in zweierlei Weise entstanden denken. 1. als Symptom einer tatsächlichen Affektion der Peripherie des Sehnervenquerschnittes; es werden dann Skotome im ganzen Umkreis des Gesichtsfeldes entstehen mit der größten Intensität in den Außenteilen. 2. als Ausdruck einer Affektion im ganzen Optikusquerschnitt, bei der die funktionelle Leitungsverminderung sich in der Peripherie des Gesichtsfeldes deutlicher ausdrückt als in den zentralen Teilen. Bei dieser letzteren Form sind aber meistens die zentralen Teile des Gesichtsfeldes mit ergriffen, kenntlich an einer mehr oder weniger starken Herabsetzung des Visus.

Das sogenannte zentrale Skotom muß geschieden werden in ein papillo-maculäres Skotom, bei dem nur die Fasern, die von der Papille nach der Macula hin verlaufen, betroffen sind und ein Skotom, bei dem auch die Partie um den blinden Fleck herum und eine para-

¹⁾ Im Original steht —0,2022, eine Verschiebung des Kommas, die durch den Zahlenwert der zweiten Spalte (—1,917) leicht als Druckfehler zu erkennen ist.

maculäre Zone mitbetroffen ist. Erst wenn man eine Unterscheidung trifft, kann man eine Grundlage gewinnen für die Ausdehnung des papillo-maculären Bündels im Sehnerven. Dieses Bündel wird bis jetzt offenbar zu groß angenommen, im allgemeinen macht man $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Achse des Sehnerven dafür geltend. Ein noch sehr frischer Fall von Alkohol-Tabaks-Amblyopie, den Verfasser untersuchen konnte, zeigt aber, daß der Anteil dieser wichtigen Bündelgruppe am Querschnitt wohl nur etwa $\frac{1}{10}$ beträgt.

Als Ausdruck der Leitungsstörungen in den axialen Teilen des Sehnerven kommen wahrscheinlich die intermediären Bündeldefekte zustande, und diese können zu den Gesichtsfeldanomalien führen, die man bisher als *Vergrößerung des blinden Flecks* und als *Ringskotome* nach ihrer äußeren Gestalt bezeichnete. Das *Ringkotom* ist in seiner Entstehung nicht einheitlich zu erklären, aber anscheinend in nicht seltenen Fällen auf eine Affektion des Sehnerven zu beziehen, während man bisher im allgemeinen geneigt ist, es von einer Erkrankung der äußeren Netzhautschichten abzuleiten. In seiner Form ist das Ringkotom prinzipiell auf dieselbe Entstehungsweise zurückzuführen, wie die *Vergrößerung des blinden Flecks*. Die dafür sprechenden Beobachtungen und Gesichtsfeldskizzen müssen im Original nachgesehen werden. Die intermediäre Gesichtsfeldzone, d. h. also die Zone zwischen den Gesichtsfeldaußengrenzen und den zentralen Teilen, ist bisher zweifellos zu sehr vernachlässigt worden.

In einem besonderen Kapitel werden alte und neue Perimetriermethode einander gegenübergestellt und es wird dabei gezeigt, daß die neue Methode die alte vor allem dadurch übertrifft, daß erstens *beginnende Störungen* im Leitungsapparat aufgedeckt werden und daß zweitens Störungen, die sich zwar auch am Perimeter kenntlich machen, deutlicher ausgeprägt sind und dadurch mit größerer Sicherheit als pathologisch angesprochen werden können.

Autoreferat.

Form und Größe der Schädelbasis als rassen-diagnostisches Merkmal. Rassenunterschiede des Menschen kennen wir aus der Anschauung in ziemlich großer Zahl, vorausgesetzt, daß es sich um stark differente Merkmale, z. B. beim Neger, Chinesen oder Europäer handelt. Allein, die Fälle, in denen einzelne Knochen diagnostiziert werden sollen, welchen der Rassentypus nicht auf den ersten Blick anhaftet, sind äußerst kompliziert und ein großer Apparat an Hilfswerkzeugen, ein geschulter Blick und eine gut ausgebildete Technik zur Erkenntnis des Charakteristischen notwendig. Anthropologisch am meisten auf seine Rassenmerkmale untersucht ist der Schädel. Und doch finden sich immer wieder neue interessante Wege zur Erforschung von Einzelheiten, die zur Rassenkenntnis führen. So ist bis jetzt noch wenig bekannt, daß die *Nähte des menschlichen Schädels von rassenanatomischer Bedeutung* sind; man weiß aber, daß die drei Hauptsuturen des menschlichen Schädels, die Sutura sagittalis, coronalis und lambdoidea nicht nur an sich einen charakteristischen Verlauf haben, sondern auch entweder durch große Komplikationen (wie bei Schweizerschädeln) oder mit vielen Abstufungen durch auffallende Einfachheit in der Verlaufsrichtung (wie bei den Chinesen) zum Gruppenmerkmal werden. — Neuerdings fand nun A. Schultz in einer in Zürich entstandenen Arbeit: *Anthropologische Untersuchungen an der Schädelbasis* (Archiv für Anthropologie 1918, N. F. Bd. XVI, S. 1—103), daß

die Form der Schädelbasis bei der Rassendiagnose eine bisher vernachlässigte Stellung einnimmt; sowohl Basislänge wie -breite sind variabler als die Durchmesser des Hirnschädels, womit der Beweis erbracht ist, daß die Basis durchaus nicht so konstant ist, wie bisher angenommen wurde. Auch unter den Geschlechtern besteht ein Unterschied: bei allen untersuchten Gruppen hatten die weiblichen Schädel eine im Verhältnis zum Hirnschädel schmalere Schädelbasis, wodurch sie sich dem kindlichen Typus nähern. Absolut ist die Basis der Männer größer als die der Frauen. — Als Rassenunterschied ergibt sich, daß die Australier die kleinste, die Grönländer die größte Schädelbasis besitzen; letztere haben auch die relativ zum Hirnschädel größte Basis. Ebenso interessant wie die Größen sind auch die Lageverhältnisse der Schädelbasis unter den Rassen, die Schultz mittels Projektion, also durch Übertragung des Gemessenen auf eine Ebene, festgestellt hat. Demnach bleibt die Lage sowohl des Hinterhauptloches als auch der Ohröffnung horizontal konstant, vertikal aber variiert sie stark. Beim Weibe liegen beide Merkmale mehr oral als beim Mann; auch in dieser Beziehung steht der weibliche Schädel dem kindlichen näher. Die Lage des Hinterhauptloches und der Ohröffnung stehen untereinander in Korrelation. Schultz fand bei Danisern (Schweizern) die am meisten in horizontaler wie vertikaler Richtung dem Foramen magnum genäherte Ohröffnung. Sowohl in bezug auf Rasse wie auch Geschlecht ist der Warzenfortsatz unterschieden; am kleinsten ist der Processus mastoideus bei den Loangonegern, am größten bei Danisern, Australiern und Ägyptern, aber in allen Rassen beim Weibe kleiner als beim Mann. Noch eine ganze Reihe von bemerkenswerten Rassenmerkmalen fand Schultz an der Schädelbasis, wie die Lageverschiedenheiten einiger wichtiger anthropologischer Meßpunkte (Asterion, Staphylion, Basion usw.), ferner verschiedene Schrägstellung der Vomerante bei Australiern und Loangonegern, bei Chinesen und Danisern; Abhängigkeit der Choanenlage von der Obergesichtshöhe und Wachstumsverschiebung des Kiefers occipitalwärts auf der Schädelbasis. — Die Studien sind mit großer Sorgfalt ausgeführt und beweisen, wieviel ein einzelner Teil des Schädelganzen zur Rassenkenntnis beitragen kann. St. O.

Im vierten Bericht über die von der Wiener Anthropologischen Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien ergänzt R. Pöck die früheren Mitteilungen¹⁾ (Bd. XLVIII der Mitteilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien 1918, S. 146). Die Zahl der Gemessenen ist jetzt auf 5281 gestiegen, darunter 933 Großrussen, 653 Ukrainer (Kleinrussen) und 3573 Vertreter der Randvölker Osteuropas, ferner 93 Serben, 17 Montenegriner, 5 Rumänen und 7 Italiener. — Anschließend beschreibt Pöck die für anthropologische Typenuntersuchungen neue photographische Kamera, die von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften für diese Untersuchungen angeschafft worden ist. Diese Kamera, von der Firma A. Moll in Wien für polizei-anthropologische Zwecke als Reisekamera gebaut, war nach der Bertillonischen Forderung für nur zwei Aufnahmen des Gesichts (von der Seite und von vorn) eingerichtet, unterschied sich aber von dieser dadurch, daß sie nicht nur für Identitäts-, sondern gleichzeitig auch für Tatbestandsauf-

¹⁾ Vergl. „Die Naturwissenschaften“, 4. Jahrgang, Heft 26 und 42 und 5. Jahrgang, Heft 47.

nahmen zu gebrauchen war. Sie wurde nämlich mit einem ausziehbaren Balg versehen, wodurch in beliebiger Verkleinerung direkt auf die Mattscheibe eingestellt werden konnte. Auf dem Laufbrett kann mit Hilfe des Mattscheibensuchers auf $\frac{1}{2}$ nat. Größe für Kopf- und auf $\frac{1}{18}$ nat. Größe für Körperaufnahmen (nach Bertillon) fixiert werden. Ferner kann man mit diesem Apparat nicht zwei, sondern drei Aufnahmen nebeneinander auf einer 13×18 -Platte in $\frac{1}{2}$ nat. Größe machen. Eine Einschnappvorrichtung gibt die gewünschte Reduktion auf $\frac{1}{2}$ an. — Wichtig ist, daß Kamera und Stuhl miteinander durch ein Gestänge verbunden sind; die Einstellung bleibt infolgedessen immer die gleiche. — Pösch schließt eine Belehrung für anthropologisches Photographieren unter Berücksichtigung der drei Gesichtsnormen, die er zur Wiedergabe des Typus für unerlässlich hält, seinen Beschreibungen an. — Sehr wertvoll sind auch des Verfassers Zusätze zu dem Martinschen Beobachtungsblatt, die in der Hauptsache die geographische Lokalisierung (Sprache der Eltern usw.) und die bei den Arbeiten aufgestellten somatoskopischen Schemata betreffen. — Pösch beendet diesen vierten Bericht mit dem Vorschlag, bei Korrelationsberechnungen an Stelle der Körpergröße, ähnlich dem Vorgehen der Zoologen, die Rumpflänge zu setzen, weil die Körpergröße ein unreines komplexes Maß sei. Diesen schon häufig geäußerten Bedenken gegenüber ließe sich einwenden, daß für Homo die Komplexität des Körpergrößenmaßes nicht die gleiche Rolle spielt wie in der übrigen Tierwelt, daß aber die Rumpflänge viel schwieriger zu bestimmen ist und die Fehlerquellen aus diesem Grunde größer werden.

St. O.

Weitere Untersuchungen über den Einfluß der Kriegskosten auf den Stoffwechsel. (N. Zuntz u. A. Loewy, Bioch. Zs. 90, 244.) Verff. hatten in einer früheren Mitteilung (1916) berichtet, daß unter dem Einflusse der rationierten Kriegskosten bei beiden im Selbstversuch das Körpergewicht stark, der Energieumsatz aber noch stärker gesunken war. Während bei Zuntz der Calorienverbrauch pro kg und Minute viele Jahre konstant 16,4 bis 17,3 cal. betragen hatte, war er Mai 1916 auf 14,9 gesunken; bei Loewy sind die entsprechenden Zahlen: früher zwischen 14,56 und 18,45; 1916: 13,76. Die Versuche wurden jetzt fortgesetzt. Bei Zuntz, dessen Körpergewicht denselben Wert hatte wie 1916, war bei einem Eiweißumsatz von 9,04 g tgl. der Energieumsatz ebenso hoch wie 1916. Bei Loewy lag die Sache anders. Er hatte weiter erheblich an Gewicht verloren, von 64 kg 1914 über 56,7 (1916) bis auf 51,25 (Juli 1917). Diese Abmagerung ist auf dauernden Eiweißverlust zurückzuführen. Bei einer Zufuhr von 7–8 g Stickstoff und 1500 bis 1800 cal. schied L. täglich zwischen 12 und 17 g Stickstoff aus. Dieser Eiweißverlust beruhte auf Calorienmangel, denn die Ausscheidung ging bei Butterzulage sofort auf zirka 9 g N zurück. Der Energieumsatz war sehr unregelmäßig, er schwankte parallel zum Eiweißzerfall, war aber durchschnittlich höher als 1916, zwischen 16 und 18 cal. pro kg und Minute. Der Eiweißzerfall durch Unterernährung hatte also eine wesentliche Erhöhung des Energieumsatzes zur Folge. Besonders auffallend war ferner die starke Steigerung des Energieverbrauches bei Arbeitsversuchen an L. durch die schnelle Ermüdbarkeit des unterernährten Menschen.

C. O.

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Tome 159, 1914.

Über die Verteilung der Spaltöffnungen bei den Keimlingen einiger Gramineen (E. Zaepffel). Die Un-

tersuchung erstreckte sich auf Avena sativa, Triticum vulgare, Panicum altissimum und Paspalum stoloniferum. Verfasser suchte einen Zusammenhang zwischen der heliotropischen Reizbarkeit und der Verteilung der Spaltöffnungen. Bei allen vier fehlen die Spaltöffnungen am Hypocotyl, der heliotropisch nicht reizbar ist. Auf den Keimblättern von Avena und Triticum finden sich die Spaltöffnungen vorzüglich an der — heliotropisch sehr reizbaren — Spitze. Sie finden sich auch noch, aber viel weniger zahlreich, in der subapicalen Region, die nur schwach reizbar ist. Bei den Keimblättern von Panicum und Paspalum, die überall lichtempfindlich sind, finden sich die Spaltöffnungen in der ganzen Länge. Man kann daraus schließen, daß bei den Keimlingen dieser vier Arten die Häufigkeit der Spaltöffnungen der heliotropischen Empfindlichkeit entspricht.

Über den Krebs bei Pflanzen (R. Régamey). Von Smith ist eine bei Pflanzen auftretende krebsartige Krankheit beschrieben worden. Verfasser hat Tumoren von Eichen untersucht und gefunden, daß es noch eine zweite, von der erstgenannten verschiedene solche Krankheit gibt. Er hat den Erreger, den er Microspira carcinopaeus nennt, gefunden, isoliert und in Reinkultur dargestellt. Der Bazillus kommt ursprünglich auf der Eiche vor, läßt sich aber auf Kapuziner und Efeu übertragen. Er lebt intrazellulär in den Tumoren. Vom Bact. tumefaciens Smith unterscheidet er sich durch den Besitz einer Geißel, durch Form und Größe und durch die physiologischen Reaktionen (keine Indolbildung und keine Involutionenformen, weder durch verdünnte Säure noch durch Zucker im Überschuß).

Über den Einfluß von X-Strahlen auf das Pflanzenwachstum (E. Miège und H. Coupé). Die Resultate von Versuchen an Raphanus sativus und Lepidium sativum können folgendermaßen zusammengefaßt werden: 1. X-Strahlen üben auf das Wachstum der genannten Pflanzen einen ausgesprochen günstigen Einfluß aus. Dieser äußert sich in einer Gewichtszunahme, die für die Blätter 45 %, für das Gesamtgewicht 59 % und für die Knollen 193 % beträgt. 2. Dieser Einfluß ist um so vorteilhafter, je häufiger und je kräftiger die Bestrahlung stattfindet, ja sogar, wenn sie eine Intensität erreicht, die für tierische Gewebe direkt verderblich ist. 3. hat die Behandlung mit X-Strahlen eine, wenn auch schwache, Rückwirkung auf die Morphologie und den anatomischen Bau der untersuchten Pflanzen.

Beobachtungen über die physiologische Wirkung des Hochgebirgsklimas (H. Guillemard und G. Régnier). Beobachtungen über anormal verlangsamten Puls nach dem Abstieg vom Hochgebirge in die Tiefe gaben Anlaß zu Untersuchungen, die zu folgenden Resultaten führten: 1. Wenn man 4–5 Tage in einer Höhe um 4500 m verbracht hat und dann zu Tag steigt, bemerkt man, daß der Puls oft bedeutend langsamer ist als vor dem Aufstieg. Dies zeigt sich 1–2 Tage nach dem Abstieg mehrere Tage lang. Die Erscheinung tritt nur ein, wenn der Aufenthalt in der Höhe Bergkrankheit verursachte und ist völlig unabhängig von der durch den Abstieg hervorgerufenen körperlichen Ermüdung. 2. Während nach dem Abstieg die in einer Höhe von 4000 m merklich erhöhte Zahl der Atemzüge wieder normal wird, zeigt sich die Menge der ausgeatmeten Luft gegenüber derjenigen vor dem Aufstieg wesentlich erhöht. Auch diese Erscheinung ist unabhängig von der körperlichen Ermüdung und ist an das heftige Auftreten der Bergkrankheit gebunden.

Impfung mit Hautschleim von Amphibien und mit Natterngift gegen experimentelle Tollwut (*M. Phisalia*). Kaninchen, die nacheinander gegen das Gift des Hautschleims des Erdsalamanders und gegen Natterngift (*Vipera aspis*?) immunisiert worden waren, erwiesen sich gegenüber einer intracerebralen Impfung mit Tollwutvirus resistent, während diese Impfung für normale Kaninchen immer tödlich ist. Dagegen verleiht weder das eine noch das andere dieser Gifte für sich allein eine zum Überstehen dieser Probe genügende Immunität. Ihre einzige Wirkung besteht, und zwar im Mittel nur in einem Drittel der Fälle, in einer Verzögerung des Ausbruchs der Tollwutsymptome.

Die Wirkung von Tollwutvirus auf Amphibien und Schlangen (*M. Phisalia*). Experimente haben die Richtigkeit der schon lange bestehenden Vermutung erwiesen, daß die kaltblütigen Wirbeltiere gegen experimentelle Tollwut widerstandsfähig sind.

Über den Nährwert des Osseins und über den Vorteil seiner Einbeziehung in die Ernährung (*E. Maurié*). Verfasser bestätigt auf Grund von Versuchen die günstigen Erfahrungen, die man 1870 auf Anregung *Frémys* mit der Verabreichung von Osseïn als Nahrungsmittel gemacht hat. Er empfiehlt, sich dieser seitdem wieder vergessenen Substanz zu erinnern. Sie enthält 16—18 % Stickstoff. Die bei Versuchen mit Menschen täglich verabreichte Dosis betrug 50 und 75 g Trockengewicht, was hinsichtlich des Stickstoffgehaltes je nachdem 200, 300 bis 400 g frischen Fleisches entspricht.

Die Verknöcherung der Metacarpal- und Metatarsalknochen beim neolithischen Menschen (*M. Baudouin*). Grabungen in Bazoges-en-Pareds (Vendée) lieferten Material zu Untersuchungen über die Metacarpal- und Metatarsalregion des neolithischen Menschen. Es geht aus ihnen hervor, daß sich noch im Neolithicum gelegentlich an den Metacarpalknochen ein zweiter Verknöcherungsherd findet, wie er für alle langen Knochen typisch ist: beim 1. Metacarpale findet er sich an der unteren, beim 2. und 5. an der oberen Epiphyse. Beim 3. und 4. konnte er in keinem Falle erkannt werden. Am Metatarsus konnte Ähnliches nur für den 1. festgestellt werden. Verfasser führt das Verschwinden dieser Herde beim modernen Menschen, deren Vorkommen beim Neolithiker er als Atavismus betrachtet, auf Pressungen in der Mittelhand und im Mittelfuß zurück, durch die die Gefäße an jenen Stellen atrophieren, so daß die Herde nicht mehr auftreten konnten. Daß sie sich nur beim 1., 2. und 5. Metacarpale finden, beruht auf einer höheren Beweglichkeit dieser drei Knochen, namentlich des ersten.

Über die geringere Widerstandskraft geschwächter Organismen gegen die zerstörende Wirkung des Tuberkelbazillus (*A. Chauveau*). Um den immer wiederkehrenden Verwechslungen vorzubeugen, setzt der Verfasser auseinander, daß Ansteckung und Wachstum des Tuberkelbazillus bei den kräftigen Individuen genau ebenso sicher auftritt wie bei geschwächten. Es ist ungerechtfertigt, letzteren eine erhöhte Empfänglichkeit zuzuschreiben. Dagegen sind die Verheerungen, die durch die Infektion hervorgerufen werden, viel schwerer und weniger leicht heilbar bei den Individuen, die infolge unhygienischer Lebensweise geschwächt sind.

Über vorzeitige Befruchtung einer Oxyuris (*L. G. Seurat*). Die Arbeit bringt eine Bestätigung der schon lange bestehenden Anschauung, daß bei den

Oxyurisarten, in Anbetracht des Größenunterschiedes bei den Geschlechtern, die Befruchtung sehr frühe stattfinden müsse. Die Beobachtungen wurden an einer neuen Art gemacht, *O. Hilgerti* aus *Otenodactylus gundi*. Es erhellt daraus, daß das Weibchen schon nach der 4. Häutung, zu einer Zeit, da es noch gleich groß ist wie das Männchen, befruchtet wird, worauf sich die Vagina ausstülpt. Es ist also noch lange nicht geschlechtsreif, sondern erreicht diesen Zustand erst durch weiteres Wachstum. Verfasser schlägt für diese Erscheinung die Bezeichnung *Progamie* vor. Sie ist bis jetzt auch bei *Tropidocerca*, *Dispharagus invaginatus* Linst. und *Maupasina Weissi* Seurat gefunden worden.

Die Hämoglobinnurie der Rinder in Chili (*J. Blier*). Als Ursache einer in der Gegend von Santiago (Chili) im Februar und März (Südherbst) auftretenden Hämoglobinnurie der Rinder, die aber keine Piroplasmose ist, wurde ein spirillenähnlicher, zweigeißeliger Organismus nachgewiesen. Seine systematische Stellung ist unsicher, denn er unterscheidet sich von den Spirochäten durch seine große Plastizität, vermöge deren er sehr kontraktile ist. Die Läsionen, in denen sich der Erreger einzig findet, beobachtet man nur, wenn man die Tiere gleich zu Beginn schlachtet. Sie weisen eine Ähnlichkeit mit den Veränderungen auf, die das Gelbe Fieber begleiten, und verschwinden wieder, wenn die Krankheit den fast normalen tödlichen Verlauf nimmt. Der Erreger wurde noch nie lebend beobachtet. Die Krankheit hat Ähnlichkeit mit dem Milzbrand, doch fehlen natürlich die Milzbrandbazillen in der Milz.

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Tome 160, 1915.

Der freie Stickstoff und die höheren Pflanzen (*M. Molliard*). Mit Rücksicht auf die Angaben von *Jamieson*, *Mameli* und *Pollacci* und *Oes* hat Verfasser Versuche mit Kulturen von *Raphanus*-Keimlingen angestellt. Die Kulturen wurden vollständig aseptisch angelegt in mit Nährlösung getränktem gepulvertem Bimstein. Die Differenz zwischen dem Totalgehalt an Stickstoff am Anfang und am Ende betrug in 10 Kulturen im Mittel — 0,01 mg. In allen zehn Fällen blieb die Differenz unter der Fehlergrenze, so daß Verfasser den Schluß von *Boussingault* bestätigt findet, daß *Raphanus* nicht imstande ist, sich den freien Luftstickstoff zu Nutzen zu ziehen.

Über gummikranke Zuckerrüben (*G. Arnaud*). Verfasser hat in Rüben aus den Lagerhäusern zweier Zuckerfabriken als Erreger der Gummikrankheit einen Bazillus nachgewiesen, der in das Genus *Bacterium* gehört, dem Verfasser aber keinen Speziesnamen zulegt. Er steht dem *Bact. Mori* nahe. Die befallenen Rüben zeigen durchsichtige Flecke, an denen das Fleisch, wie an den gekochten Rüben, durchsichtig ist. Beim Anschneiden fließt ein sirupähnlicher, farbloser und sehr klarer Gummi aus. Der Bazillus lebt in den Interzellularräumen und zerstört von da aus die anstoßenden Zellen. — Eine Übertragung des Erregers auf gesunde Rüben ist nicht möglich, nicht einmal durch gegenseitige Berührung von Schnittflächen gesunder und angesteckter Rüben. Verfasser vermutet daher, daß die befallenen Rüben solche sind, die durch Frost gelitten haben.

E. Rudin.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und ~~Rechtswissenschaft~~

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

AUG 25 1922

U. S. Department of Agriculture

Heft 51.

20. Dezember 1918.

Sechster Jahrgang

INHALT:

Die Regelung der Temperaturfrage in der Deutschen Industrie. Von *Geh. Reg.-Rat Dr. F. Plato*, Berlin-Wilmersdorf. S. 745.

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elementes. Von *Prof. Dr. K. Fajans*, München. S. 751.

Besprechungen:

Hedin, Sven, Jerusalem. Von *E. Littmann*, Bonn. S. 756.

Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Von *E. Heinricher*, Innsbruck. S. 757.

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der

Meeresfauna Westafrikas. Von *Thilo Krumbach*, Rovigno. S. 757.

Falta, W., Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Substanzen. Von *F. Gudzent*, Berlin Charlottenburg. S. 757.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Bosphorus und Dardanellen auf Grund eigener Untersuchungen. S. 757.

Astronomische Mitteilungen:

Ueber die planmäßige Auffindung des Meteoriten von Treysa. Beitrag zur Kenntnis der Polhöhen-schwankung. Lichtmessungen an Planetenscheiben. S. 759—760.

Elektrische Heizkissen

Type H

heilen durch dauernde Wärme

Drei Wärmegrade

Kein Zuheisswerden

Winziger Stromverbrauch



Sorgsame Herstellung

der

Fabrik Dr. Heilbrun

Berlin-Nowawes

Zu kaufen in jedem guten elektrischen und ärztlichen Geschäft

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Hf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 12 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40/10 Nachlass.

Verlagshandlung Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Substanzen

Von Professor Dr. **W. Falta**

Vorstand der III. Medizinischen Abteilung des
k. k. Kaiserin Elisabethhospitals in Wien

Mit 9 Textabbildungen — Preis M. 12.—

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Soeben erschien:

Chemie und chemische Technologie radioaktiver Stoffe

Von

Dr. **Ferdinand Henrich**

Professor an der Universität Erlangen

Mit 57 Textabbildungen und 1 Übersicht

Preis M. 15.—; gebunden M. 17.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

in Pillenform

Prospekt zu Diensten.

ein von der Ärzteswelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Die fortgesetzte außerordentliche Steigerung der Herstellungskosten zwingt den Verlag, den Preis der „Naturwissenschaften“ vom 1. Januar 1919 ab um M. 3.— für das Vierteljahr zu erhöhen.

Sobald die Zeitverhältnisse es gestatten, wird der Verlag die Zeitschrift wieder auf den ursprünglichen Umfang und die ursprüngliche Reichhaltigkeit bringen.



DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

20. Dezember 1918.

Heft 51.

Die Regelung der Temperaturfrage in der Deutschen Industrie.

Von Dr. F. Plato, Berlin-Wilmersdorf.

Geheimer Regierungsrat bei der Kais. Normal-Eichungs-Kommission.

In dem uralten Kampfe zwischen „Naturmaß“ und „konventionellem Maß“ wird es von den Anhängern des ersteren in der Regel als einer der größten Vorzüge der Naturmaße hervorgehoben, daß ihre Begriffsbestimmung einfach und eindeutig sei und keiner erläuternden Zusätze bedürfe. Wenn diese Behauptung auch nur für diejenigen Maße bedingungslos gilt, die unmittelbar durch die Natur gegebenen Größen entsprechen, wie der altfranzösische Fuß, der an Karl den Großen anknüpft (pied de Charlemagne), das Yard (Armlänge des Königs), das ursprüngliche Meter (zehnmillionter Teil des Viertels eines Längenskreises auf dem Erdball) usw. und schon bei den auf physikalische Vorgänge gestützten Naturmaßen, wie die Länge des Sekundenpendels, eine gewisse Einschränkung erfährt, so muß doch zugegeben werden, daß bei den konventionellen Maßen, bei denen die Einheit allein durch ein Urmaß ohne Bezugnahme auf die Natur dargestellt wird, eine erschöpfende Begriffsbestimmung die größten Schwierigkeiten bereitet. Meist ist daher eine solche auch gar nicht versucht worden. So ist das Meter in der deutschen Maß- und Gewichtsordnung vom 30. Mai 1908 und auch in den gleichartigen Gesetzen anderer Staaten erläutert allein als der bei der Temperatur des schmelzenden Eises stattfindende Abstand auf dem internationalen Meterprototyp. Es ist z. B. nicht erwähnt worden, daß der Abstand bei wagerechter Lage des Urmaßes und bei unmittelbarer Auflagerung auf einer wagerechten Unterlage gelten soll. Es ist unberücksichtigt geblieben, daß der Abstand wegen der Veränderlichkeit aller bearbeiteten Metallgegenstände, besonders der aus Legierungen hergestellten, kein dauernd gleichbleibender ist, es sind auch andere Kennzeichen nicht erwähnt worden, man hat sich vielmehr damit begnügt, ausschließlich die Temperatur hervorzuheben, bei der das Urmaß seinem Nenn- oder Sollwert entsprechen soll. Allerdings ist auch ihr Einfluß der weitaus bedeutendste. Jeder Körper ändert seinen Raumgehalt unter der Einwirkung der Wärme, er dehnt sich aus bei steigendem und zieht sich zusammen bei sinkendem Thermometer, abgesehen von wenigen Ausnahmen, die hier übergangen werden können. Man kann daher auch nicht von den Abmessungen eines Körpers schlechthin reden, man

muß vielmehr jedesmal hinzufügen, für welche Temperatur sie gelten sollen. Nur bei einer Temperatur können Körper die ihrer Maßbezeichnung zukommenden Abmessungen besitzen, können sie ihrem Nennwert entsprechen. Man bezeichnet diese Temperatur als ihre *Bezugstemperatur* und sagt, ihre Abmessungen seien auf diese Temperatur bezogen. Man nennt sie aber auch Ausgangstemperatur, weil man bei der Berechnung der für andere Temperaturen geltenden Werte von ihr ausgehen muß. Untersucht man die Abmessungen bei irgendeiner Temperatur, so spricht man von einer Beobachtungs- oder *Prüftemperatur*. Weiterhin sollen nur die Bezeichnungen Bezugs- und Prüftemperatur benutzt werden.

Von größter Wichtigkeit ist die Bezugstemperatur bei den Maßen. Die Längeneinheit selbst ist freilich von der Temperatur unabhängig, denn sie ist nur eine gedachte Größe. Sobald man sie aber durch einen Maßstab verkörpert, muß man sich darüber schlüssig werden, bei welcher Temperatur das Maß die Einheit darstellen, d. h. seinem Nennwert entsprechen soll, man muß also eine Bezugstemperatur festsetzen. Es wäre nun wohl das Nächstliegende gewesen, sie so zu wählen, daß die Maßstäbe gerade bei der Temperatur genau richtig sind, bei welcher sie im praktischen Gebrauche am häufigsten benutzt werden. Dann fallen Bezugstemperatur und Prüftemperatur zusammen, und man erhält die gemessenen Größen unmittelbar in der Längeneinheit ausgedrückt, ohne erst besondere Umrechnungen ausführen zu müssen. Das ist ein unleugbarer Vorteil, der sich nicht von der Hand weisen läßt. Von Erwägungen ähnlicher Art haben sich wohl auch die Begründer verschiedener älterer Maßsysteme leiten lassen, als sie zur Bezugstemperatur eine solche wählten, die von der mittleren Wärme, wie sie im allgemeinen in Beobachtungsräumen und Werkstätten usw. herrscht, nicht wesentlich verschieden ist. So ist der als preußisches Urmaß früher dienende Stab von 3 Fuß Länge auf 13° R, die französische Toise auf 12° R und das englische Yard auf 62° F (13½° R) bezogen. Man ersieht aus der Zusammenstellung, daß in jedem Lande eine andere Temperatur als mittlere Wärme der Beobachtungsräume angesehen wurde. Immerhin unterscheiden sich die drei Zahlen doch nur wenig voneinander. Man hätte daher annehmen sollen, daß es keine besonderen Schwierigkeiten geboten hätte, zwischen Preußen, England und Frankreich zu einer Einigung über eine einheitliche Bezugstemperatur zu gelangen. Die französische Akademie der Wissenschaften hat aber erst gar nicht einen dahin zie-

lenden Versuch gemacht, vielmehr entschied sie sich bei der Durcharbeitung des metrischen Systems sofort für die Temperatur des schmelzenden Eises als Bezugstemperatur des Urmaßes des Meters, des später nach seinem Aufbewahrungsort als Archivmeter bezeichneten Endmaßstabes aus Platin.

Daß man keine von den drei genannten Temperaturen nahm, geschah aus politischen Gründen. Mit staunenswerter Sorgfalt haben damals die Franzosen alles zu vermeiden gesucht, was der Verbreitung der neuen Maße und Gewichte über die ganze bewohnte Erde irgendwie hätte hinderlich in den Weg treten können. Hätte man seinerzeit die Bezugstemperatur der Toise den anderen Temperaturen vorgezogen, dann hätte der hochmütige Starrsinn des Engländers sich sicherlich nicht zum Aufgeben seiner einmal von ihm als brauchbar anerkannten Einrichtungen bewegen lassen und hätte einen guten Vorwand gegen das metrische System darin gefunden. Aber auch Preußen hätte sein vorzüglich begründetes Fußmaß schwerlich geopfert. Gegen die preußische oder englische Bezugstemperatur aber sträubte sich die französische selbstbewußte Eitelkeit aufs heftigste. Man suchte sich daher eine Temperatur aus, die mit keiner der vorhandenen übereinstimmte, um allen völkischen Eifersüchteleien von vornherein aus dem Wege zu gehen. In der Temperatur des schmelzenden Eises glaubte man eine solche gefunden zu haben, zumal für ihre Annahme sehr gewichtige wissenschaftliche Gründe sprachen.

Im 18. bis weit hinein in das 19. Jahrhundert lag die Temperaturmessung sehr im argen. Jedes Land hatte sein eigenes Normalthermometer, so Preußen-Deutschland ein Thermometer aus Thüringer, später aus Jenaer Thermometerglas 16^{III}. In Österreich verwendete man zur Anfertigung der Thermometer böhmisches Glas, in Frankreich verre dure usw. Nicht nur, daß diese Thermometer gerade bei mittleren Temperaturen um mehrere Zehntel Grade voneinander abwichen, auch jedes einzelne wies Schwankungen auf, deren Höhe und Zeitdauer von dem verwendeten Glase und seiner Zusammensetzung abhängig war. Sowohl im altpreußischen wie im englischen Maßsystem wohnt daher den Grundeinheiten eine Unsicherheit inne, die nach den heutigen Anschauungen über Genauigkeit die Grenze des Zulässigen weit überschreitet. Diese Übelstände konnte man nur dadurch vermeiden, daß man sich von dem Thermometer völlig freimachte. Die Temperatur des schmelzenden Eises bedarf zu ihrer Feststellung überhaupt keiner wärmemessenden Einrichtungen, denn sie ist durch die Natur selbst unmittelbar gegeben. Sie kann zu jeder Zeit und an jedem Ort leicht und schnell hergestellt werden, sobald man nur Eis oder frischgefallenen Schnee zur Verfügung hat, auch hält sie sich ohne jedes Zutun und ohne Beaufsichtigung immer auf gleicher Höhe; bis das letzte Körnchen Eis oder Schnee geschmolzen ist. Das ist ein Vorzug, der

ihr immer vor allen anderen Temperaturen den Vorrang sichern wird. Daß man auch beim schmelzenden Eise gewisse Vorsichtsmaßregeln nicht außer Acht lassen darf, ist eine bekannte Tatsache. So darf z. B. das Eis nicht verunreinigt sein, da Beimengungen zum Wasser seinen Schmelzpunkt erniedrigen, es darf auch nicht unterkühlt sein; auch der Einfluß des Luftdruckes auf den Schmelzpunkt darf nicht unberücksichtigt bleiben usw. Aber äußerste Sorgfalt und eingehendste Beachtung aller Fehlerquellen ist bei allen physikalischen Arbeiten, auch den einfachsten, nicht zu umgehen. Jedenfalls ist in dem schmelzenden Eis oder Schnee ein Flüssigkeitsbad von unerreichter Vollkommenheit von der Natur geboten.

Neuerdings haben sich freilich die Verhältnisse auf dem Gebiete der Thermometrie gründlich gebessert. Durch die grundlegenden Arbeiten von *Pernet*, *Thiesen* und *Wiebe* sind die Fehlerquellen der Thermometer aufs eingehendste erforscht worden; durch die jahrelang fortgesetzten Versuche der Glashütte von Schott und Genossen zu Jena ist in dem Glase Normalglas 16^{III} ein Werkstoff für Thermometer aufgefunden und hergestellt worden, durch dessen Verwendung die Mißstände bei den früheren Instrumenten, namentlich der starke Anstieg des Nullpunktes, auf ein Mindestmaß herabgedrückt sind. Durch die Untersuchungen von *Chappuis* ist die Wasserstoffskala, die jetzt durch zwischenstaatliche Vereinbarungen allgemein anerkannt ist, mit einer Sicherheit festgelegt worden, daß das Tausendstel des Grades wohl verbürgt werden kann. Auch die Wärmeregler haben eine Stufe der Vollkommenheit erreicht, daß man Wasser- und Luftbäder, namentlich bei elektrischer Heizung, auf jede beliebige Temperatur einstellen und stundenlang auf einen geringen Bruchteil des Grades gleichbleibend erhalten kann. Aber derartige Einrichtungen sind nicht immer und überall zur Hand, auch erfordern sie große Aufmerksamkeit in der Bedienung; die Überlegenheit der Temperatur des schmelzenden Eises bleibt also nach wie vor erhalten, sie besteht auch nicht allein in den obengenannten Vorzügen. Die 0-Gradmarke ist der Ausgangspunkt sowohl für die hundertteilige und die Reaumur-, wie auch für die Fahrenheitskala, wenn sie auch hier mit 32° bezeichnet wird. Wenn also die angelsächsischen Völker durchaus ihre Fahrenheit-Thermometer beibehalten wollen, so würde die Bezugstemperatur 0° für die Einführung des metrischen Systems kein Hindernis bilden. Ferner ist die Temperatur des schmelzenden Eises trotz aller Verfeinerungen der Thermometer doch noch immer die am besten bestimmte und am einwandfreiesten darstellbare. In jeder Temperaturangabe stecken neben dem gefährlichen Ablesefehler noch die Ungenauigkeiten in der Bestimmung der Gradwert-, Kaliber- und Teilfehler und nicht zuletzt des Nullpunktfehlers, der auch nur wieder in schmelzendem Eise ermittelt werden kann. Nur

dessen Temperatur ist von allen diesen Fehlerquellen frei, denn sie ist durch sich selbst gegeben und bedarf zu ihrer Feststellung nicht erst noch besonderer Instrumente. Wenn daher heute für die Bezugstemperatur des Urmaßes des Meters nochmals eine Entscheidung getroffen werden müßte, sie würde voraussichtlich nicht anders ausfallen, wie der Beschluß der französischen Akademie der Wissenschaften.

Insofern die Bezugstemperatur des schmelzenden Eises das internationale Urmaß betrifft, soll sie weiterhin als „Urmaßtemperatur“ bezeichnet werden. Die Urmaßtemperatur bedingt nicht ohne weiteres, daß auch alle anderen Maßstäbe, die metrische Einheiten darstellen, gleichfalls auf sie bezogen werden. Bei den unmittelbaren Nachbildungen des internationalen Urmaßes, den völkischen Urmaßen, versteht es sich eigentlich von selbst. Das internationale Prototyp ist für 0° abgeglichen, und wenn auch seine Ausdehnung mit aller nur erdenklichen Sorgfalt festgelegt ist, so können doch die Werte bei anderen Temperaturen niemals gleich sicher bestimmt sein wie der Wert für 0°, von dem ausgegangen ist. Auch an die völkischen Urmaße müssen die höchsten Anforderungen an Genauigkeit gestellt werden; sie sind daher bei 0° mit dem internationalen Urmaß verglichen und demgemäß auch auf 0° bezogen. Bei jeder anderen Temperatur sind sie minder genau bekannt. So lautet z. B. die Gleichung des deutschen Urmaßes des Meters

bei der Temperatur 0°

$$\text{Nr. 18} = 1 \text{ m} - 1,0 \mu \pm 0,1 \mu,$$

bei jeder anderen Temperatur

$$\text{Nr. 18} = 1 \text{ m} - 1,0 \mu + 8,642 T + 0,00100 T^2 \pm 0,2 \mu.$$

Bei der zweiten Gleichung ist der wahrscheinliche Fehler doppelt so groß wie bei der ersten. Das für die Urmaße Gesagte gilt auch für alle übrigen Normale der obersten Eichbehörden. So sind denn auch die Arbeitsnormale der Kaiserlichen Normal-Eichungskommission und die Hauptnormale der Aufsichtsbehörden bei 0° an die Urmaße angeschlossen und auf 0° bezogen. Schließlich ist man bei den Normalen geringerer Genauigkeit, den Kontrollnormalen und den Gebrauchsnormalen der Eichämter und bei allen Maßen des öffentlichen Verkehrs in gleicher Weise vorgegangen. Die Prüfungen sind allerdings nicht mehr bei 0° ausgeführt worden mit Rücksicht auf die erforderliche geringere Genauigkeit, bei der Bezugstemperatur von 0° ist es aber verblieben. Die Temperatur des schmelzenden Eises ist demnach auch die Bezugstemperatur des metrischen Systems, oder aber, da eigentlich ein System keine Bezugstemperatur haben kann, die der Maße, die metrischen Einheiten entsprechen. Man bezeichnet sie aber kurzweg als die „Normaltemperatur“ des Systems. Normaltemperatur und Urmaßtemperatur stimmen also miteinander überein.

Die Wissenschaft war mit dieser Einrichtung,

an der sie sich ja selbst in hervorragendem Maße beteiligt hatte, durchaus einverstanden. Neben strengster Folgerichtigkeit bietet sie ihr auch noch die Annehmlichkeit, daß in der Regel bei der Berechnung der Messungen nur positive Zahlen vorkommen, so daß die bei häufigerem Zeichenwechsel leicht entstehenden Rechenfehler vermieden werden. Die Technik hat damals zu den Beschlüssen der französischen Akademie nicht besonders Stellung genommen. Sie hatte auch hierzu kaum Veranlassung, da ihre Anforderungen an genaues Arbeiten nur gering waren. Es genügte früher, wenn z. B. die Teile einer Maschine unter Berücksichtigung der Betriebstemperatur zwangsfrei zueinander paßten, und das ließ sich allein durch fortgesetztes Bearbeiten stets erreichen, wenn nur der Spielraum hinreichend groß genommen wurde. Erst als die Entwicklung zu der Forderung führte, daß jeder Teil einer Maschine auswechselbar sein müsse, und damit der Übergang zum Präzisionsmaschinenbau vollzogen wurde, änderte sich die Sachlage, und die Frage fehlerloser und einwandfreier Maße gewann auch für die Industrie Bedeutung. Neuerdings werden z. B. mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Marine, des Kraftwagen- und Flugzeugbaues Kugellager und Kugeln von solcher Vollkommenheit hergestellt, daß man hier wohl schon nahezu an der Grenze des überhaupt Erreichbaren angelangt ist. Aber auch auf anderen Gebieten werden nicht minder saubere Werkstücke verlangt, so daß überall allerfeinste Maßstäbe und Meßmittel nicht mehr zu entbehren sind.

Zwischen den Messungen der Wissenschaft und denen der Technik besteht ein grundsätzlicher Unterschied. In der Wissenschaft will man im allgemeinen die vorher unbekannten wirklichen Abmessungen eines Gegenstandes oder Dinges ihrem Betrage nach ermitteln und drückt sie dann in wahren metrischen Maße aus. Man hat es also mit „absoluten“ Messungen zu tun. In der Industrie kommt es im allgemeinen nicht darauf an, die wahren Abmessungen eines Körpers kennen zu lernen, sondern nur die Abmessungen, die er im Verhältnis zu einem anderen Körper besitzt. Man hat also nur „Relativmessungen“ auszuführen. Bei diesen ist die Bezugstemperatur theoretisch ohne Bedeutung. Messungen werden in der Werkstatt und in dem Meßraum vorgenommen. In der Werkstatt ist lediglich festzustellen, ob ein fertiges Werkstück in oder über eine Lehre paßt, oder ob es noch weiter bearbeitet werden muß. Welche wirklichen Abmessungen die Lehre hat, ob sie dem Meter-, Fuß- oder Yardsystem angehört, ist vollkommen gleichgültig; ob sie in runden oder ununden Zahlen abgepaßt ist, für ihre Benutzbarkeit ist das ohne Belang. Im „Meßraum“ werden die Lehren mit Hilfe von Meßklötzen oder anderen, meist zylindrischen Endmaßen kontrolliert, die wiederum an einen Hauptnormalsatz von Endmaßen angeschlossen werden. Diesen Messungen wird die größte Sorgfalt gewidmet, damit die gegenseitige Übereinstimmung von Normal-

maß und Prüfling eine möglichst vollkommene sei, aber die wahren Abmessungen spielen auch hierbei keine Rolle. Sie kommen nur in Betracht bei den Hauptnormalsätzen, die aber von den Meßwerkzeugfabriken als richtig übernommen oder von den Meßbehörden (Kaiserliche Normal-Eichungskommission, Physikalisch-Technische Reichsanstalt) nachgeprüft und mit Prüfschein versehen werden.

Bei den *absoluten Messungen* spielt die Bezugstemperatur eine sehr bedeutende Rolle, denn seine wahre Länge hat das Maß nur bei einer einzigen Temperatur, eben der Bezugstemperatur, oder, wenn es dem metrischen System angehört, bei der Normaltemperatur. Will man die Abmessungen eines Körpers in wahren metrischen Maß ausdrücken, muß man daher auch theoretisch ausschließlich bei der Normaltemperatur beobachten und darf alle Untersuchungen nur bei einer Prüftemperatur 0° vornehmen. Diese überall kaum durchführbare Forderung bildet den Haupteinwand gegen die Normaltemperatur des schmelzenden Eises. In der Praxis stellt sich die Sachlage aber doch etwas anders dar. Man kann von der Gleichheit der Prüftemperatur und Normaltemperatur absehen: 1. wenn Maß und Prüfling gleiche Ausdehnung haben, 2. wenn die Abmessungen des Prüflings nur geringe sind, 3. wenn die verlangte oder nach der Bearbeitung des Prüflings erreichbare Genauigkeit der Prüfungen eine bestimmte Grenze nicht erreicht. Haben Normal und Prüfling gleiche Ausdehnung, so ist ihr Längenunterschied auch bei jeder Temperatur der nämliche, die Prüftemperatur ist überhaupt gleichgültig. Auch bei geringen Abweichungen spielt sie nur dann eine Rolle, wenn es sich um größere Abmessungen und höhere Genauigkeiten handelt. Bei den Meßbehörden werden die Prüflinge ausnahmslos nur mit Normalen aus dem gleichen Werkstoff verglichen, und da die Ausdehnung der Normale und damit ihre Länge bei jeder Temperatur genau bekannt ist, kommt es nur auf die Kenntnis der Ausdehnung des Prüflings an. Stahl schwankt z. B. in der Ausdehnung etwa zwischen $10,5 \mu$ und $12,5 \mu$ auf 1 m und 1° C. Rechnet man, wie dies bei den Meßbehörden bei Stahlstäben mit unbekannter Ausdehnung üblich ist, mit einer mittleren Ausdehnung von $11,5 \mu$, so begeht man also im ungünstigsten Falle einen Fehler, der ausmacht bei 1 m 1μ , bei 0,1 m $0,1 \mu$, bei 0,01 m $0,01 \mu$ und bei 1 mm $0,001 \mu$ für 1° C. Hieraus folgt, daß man bei einer verlangten und erreichbaren Genauigkeit des Prüfungsergebnisses von 1μ , abgesehen von den nur auf wenige Zehntel des Mikron zu veranschlagenden Beobachtungsfehlern, beim Millimeter und Zentimeter sich überhaupt um die Prüftemperatur und auch um die Ausdehnung nicht zu kümmern braucht. Beim Dezimeter müßte die Prüftemperatur auf etwa 10° C mit der Normaltemperatur übereinstimmen. Nur beim Meter muß bei der Normaltemperatur beobachtet werden, oder es muß die Ausdehnung des

zu prüfenden Stabes untersucht werden, was ohnehin nötig ist, wenn nicht nachher beim praktischen Gebrauche des Stabes ebenfalls nur bei 0° gemessen werden soll. Ist die Ausdehnung aber bekannt, dann erübrigt sich wieder die Vergleichung bei der Temperatur des schmelzenden Eises. Es folgt weiter, daß für kürzere Maße die Prüftemperatur in sehr weiten Grenzen von der Normaltemperatur abweichen kann, und folgt endlich, daß bei Genauigkeiten von $0,01 \text{ mm}$ — wie sie bei Stäben vorkommt, die nicht in der zerzungsfreien Schicht geteilt sind oder schlecht begrenzte oder zu breite Strichmarken haben, oder bei Endmaßen, bei denen die Endflächen nicht gleichgerichtet oder schlecht gearbeitet sind usw. — selbst bei 1 m eine Nichtübereinstimmung von Normal- und Prüftemperatur um 10° noch zulässig ist. Bei den Meßbehörden werden alle diese Umstände eingehend gewürdigt und die Prüfungen hiernach eingerichtet. Aus dem Beglaubigungsschein ist dann aus einer besonderen Angabe zu ersehen, welche Genauigkeit dem mitgeteilten Werte zukommt, und diese Genauigkeit ist stets die nach Lage des Falles höchste überhaupt erreichbare.

Bei den *Relativmessungen* fällt theoretisch die Bezugstemperatur vollständig heraus, da es bei ihnen auf die wahre Länge nicht ankommt. Dagegen wird sich eine Einigung über eine einheitliche Prüftemperatur nicht umgehen lassen, denn wenn z. B. ein Bronzeteil, der in der Fabrik bei 25° C mit einer Stahllehre genau berichtigt ist, beim Besteller ebenfalls mit Stahllehre bei 15° C nachgeprüft wird, so kann er wohl falsch befunden werden, namentlich wenn er größere Abmessungen besitzt. Ist aber ein Abkommen dahin getroffen, daß beide Teile nur bei einer Prüftemperatur von 20° ihre Messungen vornehmen, dann können Streitigkeiten nicht entstehen. Wie weit man in der Einhaltung der Prüftemperatur im einzelnen Falle gehen muß, darüber gelten die gleichen Ausführungen, die oben hinsichtlich der Beachtung der Gleichheit von Bezugstemperatur und Prüftemperatur gemacht sind. In der Werkstatt wird man es mit den Temperaturmessungen daher nicht besonders scharf zu nehmen brauchen, während man sich im Meßraum von der einheitlichen Prüftemperatur im allgemeinen wenig weit wird entfernen dürfen, indessen kommt es auch hier auf die gewünschte oder erreichbare Genauigkeit und auf die Größe der zu prüfenden Maße und Meßwerkzeuge an.

Für die Industrie ist die Frage der Prüftemperatur von größter Bedeutung, aber auch die Bezugstemperatur wird sie nicht ganz übersehen können. Wenn diese auch in die Messungen selbst nicht hineingeht, so kann sie doch bei der Angabe der Abmessungen im Konstruktionsbüro nicht vernachlässigt werden. Die Sachlage ist hier umgekehrt wie bei der Wissenschaft. Hier hatte man sich bei der Begründung des metrischen Systems aus wissenschaftlichen und wohl kaum

jemaß zu erschütternden Erwägungen auf die Normaltemperatur des schmelzenden Eises festgelegt und mußte sich nun erst über die Prüftemperatur schlüssig werden, mit dem oben angeführten Ergebnis. Die Wissenschaft kann ihre Untersuchungen bei jeder Temperatur vornehmen, kann sie also erforderlichenfalls auch bei 0° ausführen. Die Industrie ist hierzu nicht in der Lage; sie ist im allgemeinen gezwungen, mit einer mittleren Zimmertemperatur zu rechnen, und da diese recht verschieden ausfallen kann, je nach der Art des Betriebes in den Werkstätten und Fabrikräumen und je nach dem Wohlbefinden der Kontrollbeamten in den Meßräumen oder auch nach äußeren Umständen, so mußte man sich zuerst über eine einheitliche Prüfungstemperatur einigen. Anscheinend wird man sich für 20° C entscheiden. Es ist klar, daß auch die Wahl der Bezugstemperatur hiervon nicht unbeeinflusst bleiben kann.

Die Frage, welche *Bezugstemperatur* für die Industrie sich am besten eigne, ob es bei der Normaltemperatur des metrischen Systems, wie sie auch von der Wissenschaft allgemein benutzt wird, sein Bewenden haben solle, oder ob es nicht zweckmäßiger sei, die Bezugstemperatur mit der Prüftemperatur zusammenfallen zu lassen, hat die maßgebenden Stellen schon lange beschäftigt. Schon im Jahre 1901 hat *Guillaume*, der jetzige Direktor des internationalen Maß- und Gewichtsbureaus, dem Internationalen Maß- und Gewichtskomitee eine Denkschrift vorgelegt, die den Titel führt: „Sur les dangers de l'introduction de températures normales secondaires dans la définition des unités métriques“ und als Beilage zu der Niederschrift über die Verhandlungen des Internationalen Maß- und Gewichtskomitees, Sitzung von 1901, veröffentlicht ist. *Guillaume* führt alle die Vorzüge an, die der Temperatur des schmelzenden Eises innewohnen und sie zur Normaltemperatur des metrischen Systems besonders geeignet erscheinen ließen. Er erkennt dann aber an, daß es in gewissen vereinzelt Fällen immerhin zweckmäßig sein könnte, Maßstäbe und Meßgeräte für andere Temperaturen zu berichtigen. Allerdings ginge dann der Zusammenhang mit der Wissenschaft verloren, auch läge in dem Nebeneinander zweier verschiedener Bezugstemperaturen eine große Gefahr von Irrtümern und Verwechslungen. Es müsse daher unbedingt verlangt werden, daß jedes nicht auf die Normaltemperatur bezogene Meßgerät an leicht ersichtlicher Stelle deutlich und untrennbar mit der Angabe der Temperatur versehen wäre, bei der es seinem Nennwert entsprechen solle. Das Komitee trat den Ausführungen *Guilleaumes* bei und legte im Jahre 1913 der Internationalen Generalkonferenz für Maß und Gewicht den folgenden Antrag zur Beschlußfassung vor: „Afin de permettre la réalisation d'une unification que le développement de la précision dans l'industrie rend urgente pour l'uniformité de la construction mécanique dans tous

les pays, le Comité international des poids et mesures recommande instamment, que la température de la glace fondante soit celle, pour laquelle on ajuste désormais les étalons industriels le plus près possible de leur valeur nominale.“ Als Erläuterung ist dem Beschluß beigelegt: „Toute fois en faisant cette déclaration, le Comité ne voudrait pas faire naître l'impression qu'il regarde la température zéro du système métrique comme une institution fondamentale de la métrologie en général. Mais la recommandation d'adopter cette température pour d'ajustage perfectionnée de l'industrie est essentiellement dictée par la conviction que, sur cette base, existe déjà la plus grande probabilité d'arriver à une homogénéité rationnelle désirable entre les procédés métrologiques de la science et de l'industrie.“ Die Generalkonferenz zeigte sich in ihrer überwiegenden Mehrheit dem Vorschlage des Komitees geneigt. Gewisse Bedenken waren indessen auch in dessen engerem Kreise schon aufgetaucht. Man war von der richtigen Voraussetzung ausgegangen, daß die Endmaße, Meßklötze und Lehren ausschließlich oder fast ausschließlich aus Kohlenstoffstahl bestehen. Man hatte aber auch bereits bemerkt, daß die Ausdehnung dieses Stahles bis zu einem gewissen Grade von seinem Kohlenstoffgehalt abhängig sei. Hierauf kam bei der Behandlung des Antrages in der Sitzung vom 14. Oktober 1914 der wissenschaftliche Bevollmächtigte Rußlands, Staatsrat *M. F. Blumbach*, Inspektor des Zentralinstitutes für Maß und Gewicht in Petersburg, zurück. Er wies darauf hin, daß es in England und Rußland Schwierigkeiten bereiten würde, unmittelbar die Nulltemperatur einzuführen und fügte hinzu, daß man die verschiedene Ausdehnung des Stahles nicht übersehen dürfe, oder man müsse einen Einheitsstahl vorschreiben (Faudrait-il donc alors décider l'uniformité des aciers?). Die Frage wurde dann einem Ausschuß überwiesen, in dessen Namen der Präsident des Internationalen Komitees, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Förster*, in der nächsten Sitzung den Vorschlag machte, sie zu vertagen, obwohl eine einheitliche Bezugstemperatur für die Industriemaße dringend erwünscht wäre. Vorläufig solle das internationale Bureau für Maß und Gewicht die Ausdehnung des Stahles eingehend untersuchen. Die weitere Behandlung hätte dann in einer späteren Generalkonferenz zu erfolgen. Satzungsgemäß sollen die Generalkonferenzen für Maß und Gewicht mindestens alle 6 Jahre einberufen werden, die nächste hätte also spätestens im Jahre 1919 stattzufinden. Wann aber werden wohl die zwischenstaatlichen Verhandlungen auf wissenschaftlichen Gebieten wieder aufgenommen werden?

In Deutschland will man augenscheinlich die zwischenstaatliche Regelung nicht abwarten, vielmehr hat es nun der Normenausschuß der deutschen Industrie in die Hand genommen, die Frage der Bezugs- und Prüftemperatur wenigstens innerhalb der Reichsgrenzen zu ordnen. Ein von ihm

eingesetzter Arbeitsausschuß hat sie vorberaten, und in nächster Zeit soll die deutsche Industrie endgültige Beschlüsse fassen. Nachdem eine einheitliche Prüftemperatur von 20°C so gut wie angenommen ist, liegen für die weitere Ordnung drei Möglichkeiten vor:

1. Die Bezugstemperatur wird ohne Rücksicht auf die Normaltemperatur des metrischen Systems auf 20°C festgesetzt. Prüftemperatur und Bezugstemperatur fallen zusammen, alle Meßgeräte entsprechen bei der Prüftemperatur ihrem Nennwert. Gleichbezeichnete Geräte stimmen bei ihr in den Abmessungen mit einander überein, gleichviel aus welchem Werkstoff sie bestehen. Bei anderen Temperaturen weichen sie von einander ab, und zwar um einen Betrag, der abhängig ist von dem Abstand der wirklichen von der festgesetzten einheitlichen Prüftemperatur und von dem Unterschiede in den Ausdehnungen der beiden zu vergleichenden Meßgeräte. Bei geringeren Abmessungen der letzteren wird man sich an die Einhaltung der Prüftemperatur weniger zu binden brauchen, bei größeren Längen ist sie so weit wie möglich zu beachten; letztere Fälle kommen aber nur vereinzelt vor. Diesen Vorteilen steht gegenüber, daß man streng genommen das metrische System verläßt; die Längenangaben sind keine rein metrische, da sie nicht auf die Normaltemperatur 0° bezogen sind. Um dies in Erscheinung treten zu lassen und Irrtümern vorzubeugen, müssen daher die ihrem Nennwert bei 20°C entsprechenden Meßgeräte, wie es auch das internationale Maß- und Gewichtsbüro verlangt, mit einer deutlichen, leicht sichtbaren und vom Geräte untrennbaren Angabe ihrer Bezugstemperatur versehen sein, oder sie müssen ein anderweitiges Kennzeichen tragen, aus dem sich ihre Eigenschaft als Industriemaße zweifellos ergibt, z. B. in der Form „J“. Hierüber würden die Meßbehörden Anordnungen zu erlassen haben. Zu Ungunsten der 20° Temperatur spricht es auch, daß mit ihrer Annahme der Zusammenhang mit der Wissenschaft aufgegeben wird. Gewiß benutzen auch die Landmesser z. T. auf 15°C , und die Markscheider auf 18°C bezogene Maßstäbe, aber da gleichwohl alle ihre Längenangaben in wahren metrischen Maße erfolgen, ist diese Ausnahme ohne Belang. Man wird trotzdem aber der Industrie freie Hand lassen müssen, ihre Entscheidung so zu treffen, wie es ihren eigenen Interessen am vorteilhaftesten erscheint.

2. Die Bezugstemperatur wird mit Rücksicht auf die Normaltemperatur des metrischen Systems und in Übereinstimmung mit der Wissenschaft auf 0° festgelegt. Dann haben die Maße und Meßgeräte bei der Temperatur des schmelzenden Eises die gleiche, ihrem Nennwerte entsprechende Länge. Bei der Prüftemperatur unterscheiden sie sich um einen Betrag, der gleich dem Zwanzigfachen des Ausdehnungsunterschiedes ist. Da die Ausdehnungen von Messing und Stahl sich um $7\text{ }\mu$ für 1°C und 1 m unterscheiden, würde also

z. B. ein Maßstab von 100 mm bei 20° um $0,14\text{ mm}$ länger sein als ein solcher aus Stahl. Damit ist natürlich nichts anzufangen, aber ein solcher Fall kommt auch nicht vor, denn die Maßstäbe und Meßklötze werden ausschließlich aus Kohlenstoffstahl gefertigt; die Lehren aber, bei denen ausnahmsweise auch Bronze zur Herstellung verwendet wird, werden nach den stählernen Meßgeräten gearbeitet und nachgeprüft. Man hat es also lediglich mit Kohlenstoffstahl zu tun, dessen Ausdehnung aber nur etwa zwischen $10,5$ und $12,5\text{ }\mu$ für 1°C und 1 m schwankt. Rechnet man mit einer mittleren Ausdehnung von $11,5\text{ }\mu$, dann würde also im ungünstigsten Falle bei einem Meßgerät von 100 mm bei 20° eine Unsicherheit von $2\text{ }\mu$ verbleiben, die wohl im allgemeinen mit in Kauf genommen werden kann. Sollte es aber gelingen, einen Werkstoff zu finden mit einer regelmäßigen Ausdehnung von $11,5\text{ }\mu$, dann würde auch diese Unsicherheit verschwinden. Hierauf wird man sich aber wohl kaum verlassen können, denn gerade Stahl hat eine sehr verschiedene Ausdehnung, nicht allein nach dem Kohlenstoffgehalt, sondern auch nach dem Grade der Härtung. Er verändert seine Ausdehnung sogar je nach der Temperatur, auf die er bei der Benutzung erwärmt wird. Man tut also am besten daran, wenn man bei jedem Satz von Maßen ein oder zwei Stück herausgreift und auf ihre Ausdehnung untersucht.

3. Die Bezugstemperatur wird wie bei 2 auf 0° festgesetzt, die Meßgeräte werden aber so berichtigt, daß sie bei der Prüftemperatur genau die Länge haben, die einer regelmäßigen Ausdehnung von $11,5\text{ }\mu$ für 1°C und 1 m entspricht. Hierauf haben sich verschiedene Betriebe eingestellt. Man schiebt dann die Unsicherheit in der Kenntnis des Wertes auf die Länge bei der Bezugstemperatur. Streng theoretisch verläßt man auch hierbei das reine metrische System, denn die Maße und Meßklötze haben ihren genauen Nennwert bei der Bezugstemperatur nur dann, wenn sie auch wirklich die angenommene Ausdehnung besitzen, immerhin entfernt man sich von den wahren metrischen Abmessungen nicht so weit, wie bei einer Bezugstemperatur von 20°C . Man darf sich aber nicht verhehlen, daß man eigentlich an Stelle des wahren Meters ein Stahlmeter setzt, das nicht bei 0° gleich 1000 mm , sondern bei 20° gleich $1000,230\text{ mm}$ lang ist.

Zum Schlusse sei nochmals kurz zusammengefaßt. Als *Bezugstemperatur* bezeichnet man diejenige Temperatur, bei der die Maße, Meßwerkzeuge und Meßmaschinen den ihrer Bezeichnung entsprechenden Wert, den Nennwert, darstellen. Das Urmaß des Meters erfüllt diese Bedingung bei der Temperatur des schmelzenden Eises, 0° ist also die *Urmaßtemperatur*. Es ist nicht unbedingt erforderlich, auch alle übrigen Maße usw. des metrischen Systems gleichfalls auf die Urmaßtemperatur zu beziehen; in strenger Folge-

richtigkeit ist dies aber geschehen, und 0° ist daher auch die *Normaltemperatur* im metrischen System. Die Temperatur, bei der die Messungen und Maßvergleiche stattfinden, ist die *Prüf-temperatur*. Nur bei größeren Maßen usw. und bei der Forderung allerhöchster Genauigkeit müssen Prüftemperatur und Normaltemperatur zusammenfallen, nur streng theoretisch müßten sie gleich sein.

Die Wissenschaft benutzt als Bezugstemperatur die Normaltemperatur des metrischen Systems, sie drückt damit alle Maßangaben in wahren metrischen Einheiten aus. Die Prüftemperatur richtet sich nach der Lage des Falles. Die *Industrie* hat sich im Gegensatz hierzu zuerst über eine einheitliche Prüftemperatur, und zwar eine solche von 20° C, geeinigt. Die Wissenschaft führt in der Regel *absolute*, die *Industrie relative* Messungen aus. Bei den relativen Messungen ist die Bezugstemperatur theoretisch ohne Belang, sie tritt nur bei den Maßangaben in Erscheinung. Trotz der Prüftemperatur von 20° C kann sie sowohl 0° als 20° C betragen, eine andere Temperatur kommt nicht in Betracht. Ausschlaggebende Gründe sprechen weder für 0° noch für 20° C. Die *Industrie* hat daher freie Bahn, sie muß selbst entscheiden, was ihrem Interesse am besten entspricht. Selbst entscheiden muß sie auch, ob der jetzige Zeitpunkt für eine Regelung der Temperaturfrage günstig ist. Dafür spricht, daß durch die Kriegslieferungen die Lehrwerkzeuge stark abgenutzt sind und ohnehin neu beschafft werden müssen, dagegen spricht, daß eine zwischenstaatliche Regelung schon im Gange ist. Geschieht sie anders wie in Deutschland, dann muß die deutsche *Industrie* sich nochmals umstellen, wodurch Millionenwerte verloren gehen.

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elementes.

Von Prof. Dr. K. Fajans, München.

Vor einiger Zeit habe ich in einer ausführlichen Abhandlung¹⁾ auseinandergesetzt, welche Konsequenzen sich aus der Erscheinung der Isotopie für den Begriff des chemischen Elementes ergeben. Vor allem habe ich zu zeigen versucht, daß, wenn man den bisherigen Begriff des chemischen Elementes möglichst unverändert beibehalten will, die Isotope als verschiedene Elemente und nicht, wie von manchen Autoren empfohlen wurde, als dasselbe Element betrachtet werden müssen. Weiterhin wurde angegeben, wie man die Boyle'sche Elementdefinition dieser Auffassung der Isotope als verschiedene Elemente anpassen kann.

Gegen die von mir vorgeschlagene Definition ist von mehreren Seiten Widerspruch erhoben worden, u. a. in dieser Zeitschrift²⁾ von Dr. H. Remy, der sich zwar der Betrachtung der Iso-

tope als verschiedene Elemente anschließt, die von mir gegebene Definition jedoch für „erkenntnistheoretisch bedenklich“ hält. Dr. Remy ist der Ansicht, daß die bisher übliche Fassung der Definition „dem heutigen Stande unseres Wissens noch vollkommen gerecht“ wird.

Man hat bisher gewöhnlich das Element als einen Stoff definiert, der nicht weiter zerlegt werden kann. Die von mir vorgebrachte Definition lautet hingegen: „*Ein chemisches Element ist ein Stoff, der durch kein physikalisches oder chemisches Mittel in einfachere Bestandteile zerlegt wurde und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist.*“ Zu besonderen Bedenken hat diese Definition deshalb Anlaß gegeben, weil sie in den Elementen *unzerlegte* Stoffe sieht, während die übliche Definition von *unzerlegbaren* Stoffen sprach. Dr. Remy meint, daß dadurch meine Definition „mit allen Denkgewohnheiten des Chemikers aufs schärfste in Widerspruch“ tritt. Auch Dr. O. Stern hat in einer Diskussion auf der Hauptversammlung der Bunsengesellschaft³⁾ aus demselben Grunde meine Definition als wissenschaftlich unannehmbar bezeichnet. Schließlich meint F. Paneth, daß „eine Definition des chemischen Elementes sich auf Unzerlegbarkeit, nicht auf Unzerlegtheit stützen muß“⁴⁾.

In direktem Gegensatz zu diesen Ansichten steht der Ausspruch von W. Ostwald: „Der Begriff des Elementes im chemischen Sinne ist also der eines *unzerlegten*, nicht der eines *unzerlegbaren* Stoffes“, auf den ich mich in meiner Arbeit⁵⁾ ohne nähere Begründung berufen habe. Dies geschah einerseits deshalb, weil mir die von Ostwald selbst gegebene Begründung⁶⁾ vollkommen ausreichend erschien, hauptsächlich aber deshalb, weil ich diese unzweifelhaft richtige Ostwald'sche Ansicht für Allgemeingut der Chemiker hielt⁷⁾.

Wie der erhobene Widerspruch jedoch zeigt, besteht über diesen wichtigen Punkt in der Auffassung des fundamentalsten Begriffes der Chemie noch nicht die genügende Klarheit. Es dürfte deshalb nicht überflüssig sein, hier näher auf diese Frage einzugehen.

Um weiteren Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich vor allem ausdrücklicher als dies in meiner Abhandlung geschehen ist, folgendes hervorheben: Der Zweck meiner *Definition* ist nicht die Aufstellung eines Begriffes von besonderer philosophischen Schönheit, sondern sie soll *in erster Linie nur ausdrücken, welche Stoffe die Chemiker in der nächsten Zukunft als Elemente bezeichnen werden*⁸⁾. Aber auch dem, was die

¹⁾ Vgl. Zeitschrift f. Elektrochemie (1918).

²⁾ Die Naturwissenschaften 6, 646 (1918).

³⁾ l. c. S. 341.

⁴⁾ Grundriß der allgemeinen Chemie, 3. Auflage, S. 12 (1899).

⁵⁾ So vertritt z. B. Holleman in seinem verbreiteten Lehrbuch eine ähnliche Ansicht.

⁶⁾ Hier wie in der Folge gilt als Voraussetzung, daß man die Isotope als verschiedene Elemente betrachten wird.

⁷⁾ Jahrb. der Radioakt. und Elektronik 14, 314 (1917), 15, 101 (1918).

⁸⁾ 6, 525 (1918).

Chemiker bis jetzt als Elemente bezeichnet haben, entspricht diese Definition in einem viel höheren Grade als die übliche Form der Definition.

Es kann ja keiner Diskussion unterliegen, daß die Chemiker stets auf die Liste der Elemente nicht unzerlegbare, sondern unzerlegte Stoffe gesetzt haben. Um dies zu belegen, braucht man gar nicht auf die Zeiten zurückzugreifen, wo die Kenntnisse der Zusammensetzung der Stoffe noch so mangelhaft waren, daß die heute leicht zerlegbaren Stoffe, wie Wasser oder die Alkalien, als Elemente angesehen worden sind. Es genügt, aus neuerer Geschichte nur daran zu erinnern, daß man z. B. das Didym so lange als Element bezeichnet hat, bis es im Jahre 1885 durch *Auer von Welsbach* in Praseodym und Neodym zerlegt wurde. Und dieser Brauch, unzerlegte und nicht unzerlegbare Stoffe zu den Elementen zu rechnen, wird unzweifelhaft auch weiterhin, wenigstens in den nächsten Jahren, bestehen bleiben. Die Entdeckung der Erscheinung der Isotopie hat uns ja erst die Möglichkeit gezeigt, daß die meisten der jetzt als Elemente bezeichneten Stoffe vielleicht Gemische von Isotopen vorstellen. Die großen Schwierigkeiten, die die prinzipiell mögliche Trennung der Isotope zurzeit noch bereitet, wird voraussichtlich auf Jahre hinaus die Entscheidung der Frage hinausschieben, welche von den heutigen Elementen auch durch die Trennungsmethoden der Isotope, wie fraktionierte Diffusion im Gaszustande usw., unzerlegbar sind und welche sich zerlegen lassen. Würde man der Auffassung von *Dr. Remy* und anderen folgend, entgegen dem bisherigen Brauche nicht unzerlegte, sondern nur unzerlegbare Stoffe als Elemente bezeichnen, so müßte man mit *Dr. Remy* „freimütig gestehen“, daß man von den meisten bis jetzt als Elemente bezeichneten Stoffen gar nicht weiß, ob sie Elemente sind oder nicht. Wenn auch die Anhänger einer auf die Unzerlegbarkeit gestützten Definition gelegentlich allgemeiner Betrachtungen über den Elementbegriff ein solches Geständnis vielleicht ablegen werden, wird trotzdem jeder Chemiker, der eine Elemententabelle aufstellt oder näher über Elemente spricht, auch weiterhin solche Stoffe, wie Chlor, Magnesium usw. mitberücksichtigen, obwohl er von ihnen gar nicht weiß, daß sie unzerlegbar sind, sondern nur behaupten kann, daß sie nicht zerlegt wurden. Wollte man die Ansichten von *Dr. Remy* konsequent durchführen, so müßte man, wie aus dem Folgenden noch klarer hervorgehen wird, auf die Aufstellung einer Liste der Elemente zurzeit fast ganz verzichten.

Woher kommt es nun, daß die Chemiker gewöhnlich das Element als einen unzerlegbaren Stoff definiert haben und trotzdem als Elemente Stoffe bezeichnen, von denen sie nur wissen, daß sie unzerlegt und nicht daß sie unzerlegbar sind?

Der Grund liegt meiner Ansicht nach einfach darin, daß zwar die Chemiker bei der Anwendung des Elementbegriffes auf reale Stoffe mit ge-

sundem Instinkt den Zweck des Elementbegriffes richtig herausfühlen, in der Definition selbst jedoch nicht scharf genug das formulieren, was sie in Wirklichkeit als Element bezeichnen. Die Frage nach dem Zweck des Elementbegriffes ist natürlich entscheidend sowohl für die Wahl zwischen den Auffassungen der Isotope als dasselbe oder als verschiedene Elemente, als auch bei der Aufstellung einer richtigen Definition.

Nun wurde bereits in meiner zitierten Arbeit folgender Satz begründet¹⁾: „Die fundamentale Bedeutung und der Hauptzweck des Elementbegriffes für die Chemie liegt vor allem darin, daß dieser Begriff zusammen mit dem Begriff des Verbindungsgewichtes (Atomgewichtes) als Grundlage für eine erschöpfende qualitative und quantitative Analyse der Zusammensetzung der Stoffe dient.“ Die Zahl der bekannten Elemente muß danach jeweils identisch sein mit der Zahl der unterscheidbaren Bestandteile der Stoffe. Es entspricht vollkommen diesem Zweck des Elementbegriffes, daß die Chemiker das Didym, obwohl es sich in der Folge als zerlegbar herausgestellt hat, bis 1885 in der Liste der Elemente führten. Denn nicht nur konnte man die Zusammensetzung aller vom Didym ableitbaren Verbindungen auf den Bestandteil — das Element — Didym zurückführen, sondern die Chemiker waren gar nicht imstande, andere Bestandteile anzugeben, solange Didym nicht zerlegt worden ist. Nachdem aber die Zerlegung erfolgt ist, genügt das Didym zur Darstellung der Zusammensetzung verschiedener Praseodym-Neodym-Gemische nicht mehr, da letztere die zwei neuen Bestandteile — Elemente — in verschiedenen Verhältnissen enthielten. Und als sich zeigte, daß man die Zusammensetzung des Didyms durch Praseodym und Neodym restlos ausdrücken kann, wurde das Didym überhaupt aus der Liste der Elemente gestrichen, denn aus dem Zweck des Elementbegriffes ergibt sich auch das Bestreben, die Zusammensetzung aller materiellen Gebilde auf eine möglichst kleine Zahl von Bestandteilen, Elementen, zurückzuführen²⁾. Es leuchtet ein, daß genau das gleiche augenblicklich z. B. für Chlor gilt, ganz gleichgültig ob es in Isotope zerlegbar ist oder nicht, denn solange es nicht zerlegt wird, ist es für uns der letzte Bestandteil, das Element, aller seiner Verbindung.

Herrn *Dr. Remy* sind diese Tatsachen natürlich wohlbekannt. Den offenbaren Widerspruch, in dem sie mit der auf die Unzerlegbarkeit gegründeten Definition stehen, sucht er dadurch zu erklären, daß er einen Unterschied macht zwischen dem, was die Chemiker praktisch als Elemente bezeichnen und dem, was sie theoretisch für Elemente halten. Dadurch stellt er sich aber, wenn auch ungewollt, auf den Boden meiner von ihm kritisierten Definition, die, wie erwähnt wurde, nur das ausdrücken will, was die Chemiker in Wirklichkeit als Elemente bezeichnen. *Dr.*

¹⁾ I. c. S. 316—317.

²⁾ I. c. S. 316.

Remy meint aber offenbar, daß die Elementdefinition sich nicht mit diesen „praktischen“, sondern mit den „theoretischen“ Elementen befassen sollte, und wir wollen uns deshalb fragen, was man sich darunter vorstellen kann.

Soll das „theoretische Element“ nicht, wie der philosophische Urstoff, eine reine Abstraktion bleiben, sondern wirklichen, früher oder später faßbaren Stoffen entsprechen, so ist die von Dr. *Remy* empfohlene Definition: „Ein chemisches Element ist ein Stoff, der nicht weiter zerlegt werden kann“ mindestens nicht scharf genug. Wir werden niemals behaupten können, daß ein Stoff *absolut* unzerlegbar ist. Im besten Falle können wir nur feststellen, daß ein Stoff durch die *zurzeit bekannten Mittel* unzerlegbar ist. Es sei hier gleich hervorgehoben, daß durch diese vorsichtiger und naturwissenschaftlich allein berechnete Fassung auch in die Definition des „theoretischen Elementes“ das historische Moment hineinkommt, welches als scheinbar gewichtiger Einwand gegen die von mir gegebene Definition des „praktischen Elementes“ geltend gemacht worden ist: hier wie dort müssen wir mit der Möglichkeit rechnen, daß ein Stoff, der heute als Element bezeichnet wird, es morgen nicht mehr bleibt, und zwar beim „theoretischen Element“ in dem Falle, wo neue Methoden gefunden werden¹⁾, die imstande sein werden, die bisher unzerlegbaren Stoffe zu zerlegen, beim „praktischen Element“ dann, wenn ein bisher unzerlegter Stoff zerlegt wird, gleichgültig ob nach neuen oder alten Methoden.

Ein so aufgefaßter Begriff des „theoretischen Elementes“, dessen Hauptkriterium die *Unzerlegbarkeit durch alle zurzeit bekannten Methoden* ist, schwebt den Chemikern in der Tat vor, wenn sie allgemeine Betrachtungen über Elemente anstellen. Das ist erklärlich, denn auch dieser Begriff hat einen bestimmten Zweck. Er entspricht nämlich den Grenzstoffen, die den Chemikern auf ihrem Wege zu einer möglichst weitgehenden Zerlegung der Materie mit Hilfe der ihnen zurzeit zur Verfügung stehenden Mitteln erreichbar erscheinen. Deshalb werde ich in diesem Aufsatz diese Stoffe der Einfachheit halber „Grenzstoffe“ nennen, da die Bezeichnung „theoretische Elemente“ leicht ganz andere Vorstellungen suggerieren könnte. Diese Grenzstoffe bilden nämlich nicht das letzte theoretische Ziel, sondern nur die nächste Etappe auf dem Wege zum Urstoff.

Daß übrigens die Chemiker bei der Beurteilung der zu ihrer Zeit erreichbaren Grenze der Zerlegbarkeit mitunter voreilig waren, zeigt gerade die neueste Entwicklung. Bis vor kurzem glaubte man ja allgemein, daß die meisten der heute als Elemente bezeichneten Stoffe durch keines der zur Verfügung stehenden Mittel zerlegbar sind. Und nun stellt sich heraus, daß diese Ansicht möglicherweise falsch ist, denn die seit langem bekannte Methode der fraktionierten Diffusion, die

eine Zerlegung dieser Stoffe ermöglichen müßte, wenn sie Gemische von Isotopen sind, wurde noch fast gar nicht angewandt. Also nicht einmal an *alle* bekannte Methoden denken die Chemiker, wenn ihnen die Grenzstoffe vorschweben. Von jetzt an werden wir dabei die bisher übersehene Diffusionsmethode als Kriterium mit berücksichtigen, können aber nicht sicher sein, daß wir nicht andere bekannte Mittel außer acht lassen, die vielleicht erlauben würden, die Zerlegung noch weiter zu treiben.

Von philosophischer Schönheit kann also auch bei diesem Begriff des Grenzstoffes keine Rede sein. Doch existiert er, hat einen bestimmten Zweck, und das Verhängnis liegt nur darin, daß die Chemiker für die zwei so verschiedenen Begriffe, wie den des „praktischen“ und den des oben charakterisierten „theoretischen Elementes“ oder Grenzstoffes dieselbe Bezeichnung „Element“ benutzen. Der Widerspruch, den die von mir vorgeschlagene Definition hervorgerufen hat, ist einzig und allein auf diesen Mißstand zurückzuführen. Sollte man geneigt sein, eine zweite Bezeichnung einzuführen, so kann nicht zweifelhaft sein, daß der bisherige Name „Element“ für die „praktischen Elemente“ reserviert bleiben muß, denn diese Bezeichnung muß natürlich auf diejenigen Stoffe passen, die in der jeweiligen Tabelle der Elemente vorkommen, nicht auf diejenigen, die später einmal darin geführt werden. Die Unterscheidung zwischen den „praktischen“ Elementen und den Grenzstoffen kam bis jetzt so selten vor, daß für eine besondere Bezeichnung keine Notwendigkeit vorlag. Ob sich in der Zukunft ein Bedürfnis danach bemerkbar machen wird, läßt sich schwer beurteilen. In diesem Aufsatz werde ich aber noch mehrmals Gelegenheit haben, auf die „Grenzstoffe“ zurückzukommen, und werde also darunter Stoffe verstehen, die wir uns als *diejenige Grenze der Zerlegbarkeit denken, die mit Hilfe der zurzeit als besonders geeignet erscheinenden Methoden erreicht werden kann*. Die Grenzstoffe sind danach, um den treffenden Ausdruck von *Ostwald*¹⁾ zu benutzen, Stoffe gleicher Ordnung, gleichen Komplexitätsgrades, was von den jeweiligen Elementen nicht allgemein behauptet werden kann.

Die Ansicht von Dr. *Remy*, meine Definition des „praktischen Elementes“ oder, wie wir jetzt wieder sagen können, *des* Elementes stehe mit allen Denkgewohnheiten der Chemiker im schärfsten Widerspruch, dürfte nach dem Obigen nur deshalb bis zu einem gewissen Grade berechtigt sein, weil die Chemiker mitunter die Gewohnheit hatten, bei dem Wort „Element“ an etwas anderes zu denken als sie in Wirklichkeit täglich damit bezeichnet haben. Hält man aber die zwei Begriffe „Element“ und „Grenzstoff“ scharf auseinander, so erledigen sich fast alle von Dr. *Remy* gegen meine Definition des Elementes erhobenen Einwände mehr oder minder von selbst. So

¹⁾ Vgl. W. *Ostwald*, I. c.

¹⁾ I. c.

meint er z. B., daß, wenn die Chemiker meine Definition annehmen, sie keinen Grund mehr haben werden, sich weiter um die Zerlegung der Stoffe zu bemühen, da diese schon durch die Tatsache der Unzerlegtheit als Elemente statuiert sind. Zu dieser irrümlichen Meinung ist Dr. Remy nur deshalb gelangt, weil er beim Kritisieren einer Definition, die sich mit Elementen beschäftigt, an Grenzstoffe dachte. Die von mir vorgeschlagene Definition setzt voraus, daß wir stets nach einfacheren Bestandteilen der Stoffe suchen, und da nach ihr das Element nicht unzerlegbar, sondern unzerlegt ist, ist es selbstverständlich, daß die Chemiker bemüht sind, die Elemente immer weiter zu zerlegen.

Auf einen Punkt muß aber noch näher eingegangen werden. Die Definition sagt, daß ein Stoff auch dann nicht als Element angesehen wird, wenn er zwar noch nicht zerlegt worden ist, aber als Gemisch anderer Stoffe erkannt wurde. Dieser Zusatz, durch den die Definition sich äußerlich besonders stark von der bisher üblichen unterscheidet, ist deshalb zurzeit notwendig, weil wir eine Anzahl von Fällen kennen, in denen Gemische von Isotopen zwar nicht zerlegt, aber mit voller Sicherheit als Gemische erkannt worden sind¹⁾. Als Beispiele seien hier vor allem Gemische von Radioelementen miteinander oder mit gewöhnlichen Elementen, wie Thorium und Radiothorium, Mesothorium und Radium, Radium D und Blei usw. genannt. Weiterhin gehören aber dazu bewußt gemischte Bleiarten und auch ein aus einem sowohl Uran als Thor enthaltenden Mineral isoliertes Gemisch von Uranblei und Thorblei. Schließlich sei auch auf die neue, kürzlich von mir angegebene²⁾ Methode hingewiesen, die wahrscheinlich ermöglichen wird, Gemische von Uranblei und gewöhnlichem Blei, die aus Uranmineralien gleichen Alters abgeschieden werden, ohne Zerlegung als zusammengesetzt zu erkennen.

Es dürfte aber für jeden, der sich über den oben erwähnten Zweck des Elementbegriffes im klaren ist, einleuchtend sein, daß man einen Stoff, der mit Sicherheit als Gemisch erkannt wurde, nicht als Element ansehen darf. Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, daß dieser Punkt auch für die Frage, ob man die Isotope als verschiedene oder als dasselbe Element auffassen soll, von großer Bedeutung ist. Betrachtet man nämlich die Isotope als dasselbe Element, so muß man natürlich auch ihr Gemisch als dasselbe Element, also als ein Element ansehen. Der Widerspruch, in dem man schon dadurch mit dem Zweck des Elementbegriffes und mit den primitivsten Vorstellungen über die Elemente gerät, wird noch durch folgendes verstärkt. Bei der Auffassung der Isotope als dasselbe Element kann man nicht mehr die Zusammensetzung aller Stoffe mit Hilfe der angenommenen Zahl der Elemente

ausdrücken. Die Zusammensetzung der Chloride von Thoriumblei ($^{218,0}_{\text{Pb}}$) und Uranblei ($^{206,0}_{\text{Pb}}$) läßt sich nicht auf den gemeinsamen Bestandteil Blei zurückführen, sondern wir müssen zwei durch ihr Atomgewicht unterscheidbare Bestandteile — Elemente — annehmen. Und dasselbe gilt für die radioaktiven Isotope¹⁾. Wenn also, wie hier beiläufig bemerkt sei, der Elementbegriff seinem bisherigen Zweck auch weiterhin entsprechen soll, muß man die Isotope als verschiedene Elemente ansehen.

Obige Betrachtung hat natürlich zur Voraussetzung, daß man in der Tat einen Stoff mit genügender Sicherheit als zusammengesetzt erkennen kann, ohne eine Zerlegung ausgeführt zu haben. Das ist mit Hilfe radioaktiver Analysenmethoden durchaus möglich. Von Dr. Remy wird dies allerdings bestritten; er meint, daß, wenn man die radioaktiven Methoden zur Analyse der Stoffe als gleichberechtigt neben den chemischen zulassen würde, die Entscheidung über die Reinheit der Elemente vom Chemiker zum Physiker überginge. Ich möchte hier nicht näher darauf eingehen, weshalb die Chemiker den radioaktiven Analysenmethoden vertrauen dürfen, das habe ich in meiner Arbeit²⁾ in Kapitel „Die Bedeutung der radioaktiven Eigenschaften der Elemente für die Chemie“ bereits auseinandergesetzt. Hier genügt der Hinweis, daß die Chemiker in der Tat bereits seit längerer Zeit diesen Methoden volles Vertrauen schenken, was ich nur mit einem, und zwar dem neuesten Beispiel belegen möchte. Otto Hahn und Lise Meitner haben vor einiger Zeit nachgewiesen, daß man aus Uranpechblende Tantalpräparate erhalten kann, die radioaktiv sind. Diese Präparate produzieren allmählich das seit längerer Zeit bekannte Element Actinium, ein Befund, der allerdings nur mit Hilfe radioaktiver Methoden beigebracht werden konnte, da man bis jetzt das Actinium nur durch solche erkennen kann. Irgendwelche Zerlegungsversuche wurden mit diesen Tantalpräparaten noch nicht ausgeführt. Auf Grund dieser Tatsachen haben die genannten Forscher die Behauptung aufgestellt, daß in ihren Tantalpräparaten ein neues Element enthalten ist, das sie Protactinium nannten, und dem sie mit Sicherheit eine bestimmte Stelle im periodischen System zugewiesen haben.

Kein einziger Chemiker hat gegen diese Schlüsse protestiert oder sie selbst als irgendwie unsicher bezeichnet. Das zeigt deutlicher als alle theoretischen Betrachtungen, daß die Chemiker den radioaktiven Methoden bereits ein großes Vertrauen entgegenbringen. Und wenn es wohl sicherlich viele Chemiker gibt, die, wie Dr. Remy mit Unrecht von allen Chemikern sagt, „das Gebiet der kurzlebigen Radioelemente nicht als zu ihrem Bezirk gehörig“ ansehen, weil hier ihre

¹⁾ Näheres vgl. I. c. S. 341 u. ff.

²⁾ Ztschr. für Elektrochemie 24, 163 (1918).

¹⁾ I. c. S. 321.

²⁾ I. c. S. 325.

Methoden versagen, so sind sie offenbar einsichtig genug, um in solchen Fällen, wo zur Erforschung der Zusammensetzung der Stoffe besondere Methoden notwendig sind, das Urteil denjenigen Chemikern¹⁾ zu überlassen, die solche Methoden beherrschen. Die radioaktiven Stoffe gehören genau so gut zur Chemie wie die anderen, denn die erste Aufgabe der Chemie ist die Untersuchung der Zusammensetzung der Stoffe, und diese Aufgabe könnte ohne Berücksichtigung der radioaktiven Elemente und Methoden nicht erschöpfend genug gelöst werden.

Da also aus dem obigen Beispiel eindeutig hervorgeht, daß die Chemiker Stoffe, die sie, wie das erwähnte radioaktive Tantal, als Gemische erkannt haben, nicht als Elemente betrachten, auch wenn diese Stoffe noch nicht zerlegt wurden²⁾, muß jede Elementdefinition, die ausdrücken will, was die Chemiker als Elemente bezeichnen, dem Sinne nach mit der von mir angegebenen übereinstimmen³⁾. Mit Absicht habe ich es vermieden, in der Definition hervorzuheben, welche Kriterien zur Erkennung der Gemischnatur dienen können. Sollten in einem gegebenen Falle Meinungsverschiedenheiten darüber auftauchen, ob ein Stoff ein Gemisch ist oder nicht, so wird eben, wie so oft in der Geschichte der Chemie, noch unentschieden bleiben, ob der betreffende Stoff zu den Elementen gerechnet werden soll oder nicht. Die Definition verhindert aber, daß Stoffe, über deren Gemischnatur alle einig sind, als Elemente angesehen werden.

Aus obigem folgt auch, wie nebenher bemerkt sei, daß das Hauptbedenken, das F. Paneth gegen die Auffassung der Isotope als verschiedene Elemente aufrecht erhält und auf die Behauptung stützt, „daß wir dann kein experimentell feststellbares Kriterium dafür besitzen, ob ein Stoff ein Element oder ein Gemisch ist“⁴⁾, nicht gerechtfertigt ist. Die radioaktiven Analysenmethoden, die in den allermeisten Fällen der Isotopengemische

1) Die Entdeckung der allermeisten Radioelemente erfolgte in den letzten Jahren durch Chemiker, nicht, wie Dr. Remy meint, durch Physiker. Es seien nur die Namen Hahn, Boltwood, Soddy und meines Mitarbeiters Göhring genannt.

2) Die Beweiskraft dieses Beispiels wird nicht im geringsten dadurch vermindert, daß, wie aus der Stellung des Protactiniums im periodischen System geschlossen werden kann, seine Trennung vom Tantal durch chemische Methoden, etwa fraktionierte Fällungen, gelingen muß. Übrigens kennt man die Stellung des Protactiniums im periodischen System weniger auf Grund seines noch ungenügend erforschten chemischen Verhaltens, als aus seinen genetischen Beziehungen zum Actinium und den radioaktiven Verschiebungssätzen, die es ja nahe gelegt haben, das gesuchte Element aus der Pechblende mit Tantal abzuscheiden.

3) Natürlich läßt sich derselbe Sinn auch anders formulieren. Einfacher wäre z. B. zu sagen, daß ein Element ein Stoff ist, der nicht als zusammengesetzt erkannt worden ist, doch habe ich die eingangs angegebene Form vorgezogen, weil sie von der bisherigen Definition weniger abweicht.

4) Die Naturwissenschaften - 6, 647 (1918).

diese Frage eindeutig entscheiden, sind ebenso experimentell wie die gewöhnlichen chemischen Zerlegungsmethoden.

Zum Schluß möchte ich nur noch erwähnen, daß, wenn Dr. Remy vorschlägt, von „Stofftypen“ statt von „Elemententypen“ zu sprechen, er den Zweck übersieht, den letztere Bezeichnung verfolgt. Sie soll nicht ausdrücken, daß im allgemeinen Stoffe, sondern daß insbesondere die Elemente den gleichen chemischen Typus aufweisen können. Der Begriff „Stofftypus“ ist breiter und umfaßt auch die einander entsprechenden Verbindungen der Isotopen, wie z. B. PbSO_4^{206} und PbSO_4^{208} .

Zusammenfassung.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Chemie ist die Zurückführung der Zusammensetzung aller Stoffe auf eine möglichst kleine Zahl von Bestandteilen — Elementen. Um dies zu ermöglichen, versucht man die Stoffe durch alle zurzeit zur Verfügung stehenden Methoden, von denen man einen Erfolg erwartet, zu zerlegen. Das jeweilige Ziel dieser Bestrebungen ist die Erreichung von Stoffen — „Grenzstoffen“ —, die durch die genannten Methoden nicht weiter zerlegbar sind. Die in diesem Sinne unzerlegbaren Stoffe, die zum Teil nur spekulativen Charakter besitzen, wurden bis jetzt in theoretischen Überlegungen „Elemente“ genannt. Da man aber praktisch die Aufzählung der Bestandteile der Materie nur bis zu den zurzeit unzerlegten Stoffen durchführen kann, geben die Chemiker, dem Zwecke des Elementbegriffes entsprechend, in ihren Tabellen der Elemente nicht jene unbekannten „Grenzstoffe“, sondern die Stoffe an, die noch nicht zerlegt wurden. Dieser Brauch der Chemiker, mit demselben Wort „Element“ einerseits jene unzerlegbaren, andererseits diese unzerlegten Stoffe zu bezeichnen, sollte der begrifflichen Klarheit wegen verlassen werden, wobei nicht zweifelhaft sein kann, daß die Bezeichnung „Element“ für die realen, nicht für die spekulativen Stoffe beibehalten bleiben muß. Da es weiterhin Stoffe gibt, die, obwohl sie zurzeit noch nicht zerlegt worden sind, mit Sicherheit als Gemische mehrerer Bestandteile erkennbar sind, und deshalb nicht zu den Elementen gerechnet werden können, läßt sich das, was die Chemiker als Elemente bezeichnen, folgendermaßen definieren: „Ein chemisches Element ist ein Stoff, der durch keine physikalische oder chemische Methode in einfachere Bestandteile zerlegt und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist“.

Die Definition hat zur Voraussetzung, daß man die Isotope als verschiedene Elemente betrachtet. Diese Betrachtungsweise ergibt sich aber mit Notwendigkeit, wenn der Elementbegriff auch weiterhin seinem bisherigen Zweck entsprechen soll.

Besprechungen.

Hedin, Sven, Jerusalem. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1918. VIII, 342 S., mit Abbild. im Text und auf Tafeln und 2 Karten. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 20,—.

Der erste Teil der Reise des großen schwedischen Forschers an unsere Orientfront ist in dieser Zeitschrift Nr. 33 vom 16. August 1918 besprochen; jener Teil handelte von Bagdad, Babylon und Ninive. Ihm ist nun bald der zweite Teil gefolgt, der die Reise von Aleppo über Damaskus, Tiberias, Nazareth, Jerusalem, Beerseba an die Sinai-Front schildert. Diese Reise wurde zum Teil mit der Bahn, zum Teil mit dem Automobil, nur hie und da zu Kamel zurückgelegt.

Mit tiefer Wehmut lesen wir Deutschen jetzt den Bericht eines neutralen Beobachters über die Leistungen, die von Deutschen und Türken in jenen Gegenden während des Weltkrieges unter größten Schwierigkeiten vollbracht sind. Aber dennoch können und sollen uns diese Leistungen mit Stolz erfüllen und uns eine bessere, gerechtere Zukunft erhoffen lassen.

Dies Buch *Hedins* ist, wie der erste Teil, kein eigentliches Kriegsbuch, sondern eine stimmungsvolle Reisebeschreibung mit vielen vortrefflichen Bildern, Photographien sowohl wie Skizzen; letztere sind sämtlich aus der bewährten Hand des Verfassers selbst. Mit besonderer Vorliebe hat er sich der jüdischen Bevölkerung Jerusalems angenommen; von ihren verschiedenen Typen, alt und jung, Männern und Frauen, europäischen Ost- und Westjuden, arabischen, afrikanischen, persischen Juden, finden sich in dem Buche manche sehr gute und charakteristische Zeichnungen. Aber auch moslimische und christliche Fellachen und Beduinen werden gelegentlich im Bilde geschildert. So gilt das Urteil über den ersten Teil auch vom zweiten: der Hauptwert liegt in dem reichen Bilderschmuck, der über das ganze Buch zerstreut ist, allerdings manchmal nur in loser Beziehung zum Texte steht, ferner in der lebendigen, dramatischen Schilderung von Land und Leuten und der poetischen Gestaltungskraft, mit der *Hedin* vergangene Zeiten vor unserem Auge wieder erstehen läßt. Im wahrsten Sinne ergreifend ist das Kapitel „Via dolorosa“, in dem die Vorgänge bei der Kreuzigung Jesu erzählt werden. Wenn in der Besprechung des ersten Teiles gesagt wurde, der Stil grenze öfters an das Reportenhafte, so trifft das beim zweiten Teile wohl in noch höherem Maße zu.

Im 1. Kapitel wird „Englands Kriegsziel im Orient“ schonungslos gegeißelt. Vorläufig hat der britische Imperialismus sein Ziel dort erreicht; bei der Abfassung des Buches konnte noch niemand ahnen, daß es soweit kommen würde. Dann beschreibt der Verfasser zunächst eine Fahrt von Aleppo nach Damaskus. Libanon und Antilibanus und vor allem die zwischen beiden liegenden Ruinen von Baalbek, der „Stadt des Sonnengottes“, werden geschildert. Wir pflegen im Deutschen noch die griechisch-lateinische Form Antilibanus zu gebrauchen, während *Hedin* bereits nach englischer Weise Antilibanon schreibt; doch wird letztere Form sich wohl allmählich durchsetzen, da auch die Sprachen Gleichmacherei, mit anderen Worten „Analogiebildung“, lieben. In Damaskus hatte *Hedin* einen heftigen Malariaanfall, während dessen er von einer österreichischen Krankenschwester treulichst gepflegt wurde; das Bild dieser tapferen Dame ist denn auch pietätvoll dem Buche (S. 48/49) beigegeben. Der alten Geschichte von Damaskus geht der Verfasser an der Hand der Bibel nach. Für das Mittelalter steht die Figur *Saladins*, für die neueste Zeit

die Figur *Dschemal Paschas* in Vordergrund. Dann folgen vier Kapitel, die der Reise von Damaskus bis Jerusalem, den Beschreibungen von Tiberias, einer Fahrt auf dem Galiläischen Meer, von Nazareth und Samarien, gewidmet sind. Daran schließt sich der Hauptteil des Buches, der Teil, nach dem das Ganze seinen Namen trägt; es sind folgende Kapitel: Der erste Anblick Jerusalems; Wanderungen durch Davids Stadt; der Tempelplatz; der Teich Bethesda und Gethsemane; Via dolorosa; Pilatus; die Zerstörung Jerusalems; die Dalekarlier in Jerusalem; „Allein gerettet“. Eine bunte Reihe von Bildern aus ältester und neuester Zeit ziehen am geistigen Auge des Lesers vorüber; aus allen strömt die warme Begeisterung des Verfassers für seinen Stoff auch auf den Leser über. Die meisten der genannten Kapitelüberschriften sind ohne weiteres verständlich; die „Dalekarlier“ und „Allein gerettet“ bedürfen der Erläuterung. Es ist natürlich, daß der Verfasser sich viel bei seinen schwedischen Landsleuten in Jerusalem aufhielt. Diese bilden einen großen Teil der sogen. American Colony, einer Art apostolischer Gemeinde mit adventistischen Ideen, die von einer Amerikanerin norwegischer Herkunft, Mrs. *Spafford*, begründet wurde und geleitet wird. Die Lebensschicksale dieser Mrs. *Spafford* werden in dem Kapitel „Allein gerettet“ erzählt. Es sind brave, bescheidene und fleißige Menschen, die sich in dieser Kolonie zusammengefunden haben; auch einzelne Deutsche sind unter ihnen. Zu dem von *Hedin* entworfenen Bilde des Pilatus würde auch die Tatsache stimmen, daß dieser Mann, eben weil er an Jesu Tod unschuldig sein wollte, in einigen christlichen Kirchen des Orients zum Heiligen geworden ist.

Von Jerusalem aus wurden Ausflüge nach Bethlehem, Jaffa, zu verschiedenen Christen- und Judenkolonien, endlich nach Jéricho und zum Toten Meere gemacht. Sie werden anschaulich in Wort und Bild geschildert; historische Erinnerungen werden, wo sich Gelegenheit dazu bietet, wachgerufen. Dazwischen steht auch eine sehr lebendige Schilderung der Heuschreckeplage vom Jahre 1915. Mit vollem Rechte ruft *Hedin* in dem Kapitel über Jaffa die Greuelthat *Bonapartes* vom Jahre 1799 ins Gedächtnis, eine Tat, die nie vergessen werden sollte und die doch so vielen Deutschen unbekannt ist. Nach der Einnahme von Jaffa machte *Bonaparte* 3000 Gefangene; da er sie nicht verpflegen konnte, sie aber nicht zu den Türken zurückkehren lassen wollte, ließ er sie, trotzdem er ihnen freien Abzug versprochen hatte, einfach niedermetzeln. Der Franzose *André Peyrusse*, der dabei war, schreibt darüber an seine Mutter: „Daß ein Mensch zwei oder drei Tage nach einem Sturm, nachdem die Leidenschaft sich beruhigt hat, die barbarische Kaltblütigkeit besitzt, 3000 Mann, die sich in gutem Glauben unserer Ritterlichkeit anvertrauten, niederzumetzeln, ist eine Grausamkeit, über die ohne Zweifel die Nachwelt strenges Gericht halten wird. . . . Man hatte wohlweislich befohlen, Pulver zu sparen; und war unumenschlich genug, sie (d. h. die 1200 letzten) mit dem Bajonett niederzustecken. Unter den Opfern waren viele Kinder, die sich im Augenblick des Todes an die Leichen ihrer Väter klammerten. Dieses Beispiel wird unsere Feinde lehren, was sie von französischer Loyalität zu halten haben, und früher oder später wird das Blut der 3000 Opfer über uns kommen.“

Den Schluß des Buches bilden eine kurze Reise an die Sinai-Front, die bis zu den äußersten Vor-

posten führte, endlich noch einige Bemerkungen über die Mekka-Karawane.

Das Buch ist kein wissenschaftliches Werk, und es wäre unangebracht, es mit wissenschaftlicher Kritik zu zerpflücken. Zu solcher Kritik, namentlich in historischen und philologischen Dingen, wäre allerdings reichlich Anlaß vorhanden. Auch in geographischen Dingen wäre, soweit ich urteilen kann, mancherlei zu bessern; so z. B. wenn es auf S. 6 von Syrien heißt, „der Waldbestand sei im Altertum nie stärker gewesen als heute“, oder „östlich von Palmyra finde man Ruinen alter Städte“, oder wenn S. 5 von den Palmenhainen Jerichos die Rede ist. In Nordsyrien ist der Waldbestand früher bedeutend größer gewesen als heute; die Orte östlich von Palmyra waren nur kleine Niederlassungen; an Palmen in der „Palmenstadt“ Jericho fand sich 1904 nur eine einzige Topfpalme, doch sind vielleicht jetzt kleine neue Anpflanzungen dort vorhanden. Die Berichte der Bibel und alter Schriftsteller werden meist ohne historische Kritik herübergenommen; alte und neue Namen werden oft nicht unterschieden. Die Umschreibung arabischer und hebräischer Wörter ist in hoffnungsloser Verwirrung; mehrfach stammen die arabischen Wörter auch nicht von den Arabern selbst, sondern von den deutschen Soldaten in einer diesen mundgerechten Form. Die Samaritaner werden durchweg Samariter genannt. Zwischen griechisch-katholischen und griechisch-orthodoxen Christen wird kein Unterschied gemacht; die „syrischen“ Christen sind ein vager Begriff. „Neger aus Borneo (l. Bornu) und Afrika“ (S. 220) ist ein ungenauer Ausdruck.

Doch genug davon! Der Verfasser hat sich durch seine Reisen in Zentralasien die größten wissenschaftlichen Verdienste erworben; auf ihnen hat er sich auch als unerschrockener, tatkräftiger Forscher gezeigt. Wir sind ihm, trotz der Mängel, auch für die neue Gabe dauernd dankbar. *E. Littmann, Bonn.*

Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 5. Aufl. Leipzig, Wih. Engelmann, 1918. XVI, 670 S. und 295 Abbildungen im Text. Preis nur geh. M. 22.50.

Der vierten Auflage dieses Werkes, die 1909, 25 Jahre nach dem Erscheinen der ersten, veröffentlicht wurde, ist nun, durch den Krieg etwas verzögert, die fünfte gefolgt. Man ersieht daraus, daß *Haberlandts* Buch sich dauernd seine Anziehungskraft bewahrt und stets neue Freunde gewinnt. Die vorzügliche und anregende Darstellungsweise läßt das auch vollends begreiflich erscheinen. Die Veränderungen, welche die Neuauflage gegenüber der letzten aufweist, sind gering, weshalb sich auch ein weiteres Eingehen auf das oft besprochene und allgemeiner bekannte Werk erübrigt. Manche Anschauungen des Verfassers werden auch jetzt noch ihre Gegner haben. Ich z. B. kann seit meinem Aufenthalte auf Java (1903/04) und zufolge damals vorgenommener Nachuntersuchung die Ansicht *Haberlandts*, daß die von ihm bei *Gonocaryum* pyriforme entdeckten, einzelligen Drüsen der Wasserausscheidung dienende Hydathoden seien, nicht teilen. Wenn es überhaupt Hydathoden sind, dann sind es nur einseitig der Wasseraufnahme dienende, wofür eine Reihe von Erscheinungen geltend gemacht werden könnte. Völlig gesichert erscheint dem Referenten aber auch dieses nicht. Natürlich können solche Einzelheiten den Wert des Buches nicht wesentlich mindern. Der Text erscheint um 20 Seiten vermehrt, was größtenteils auf erweiterte Literaturnachweise zurückzuführen ist. Eine

oder die andere Abhandlung würde, meiner Ansicht nach, in diese noch aufzunehmen gewesen sein. Die Textabbildungen wurden um 4 vermehrt. Dem Verlag gebührt alle Anerkennung; Papier, Druck und Wiedergabe der Abbildungen sind trotz der Kriegszeit tadellos.

E. Heinricher, Innsbruck.

Michaelson, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas. Band II, Lieferung 2: *H. Augener, Polychaeta.* Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1918. S. 67—625, 6 Tafeln und 110 Abbildungen im Text. Preis M. 40,—.

Das verdienstvolle Hamburger Werk ist um einen stattlichen Band weiter vorgerückt, und gibt sich dabei in Ausstattung und Druck genau noch so schmuck wie die vor dem Kriege erschienenen Teile. — *Augeners* Untersuchung umfaßt südwestafrikanische und tropisch-westafrikanische Würmer aus der Polychätengruppe. Das Material entstammt durchweg dem Litoralbezirk. Die Funde aus Namaqualand zeigen große Übereinstimmung mit denen des Kapgebietes; sie umfassen neben lusitanischen Formen solche, die der südlichen Halbkugel eigentümlich sind. Die tropisch-westafrikanischen Polychäten sind meist Tiere von kleinem Wuchs, Riesenformen sind selten. Auch dieser Faunenbezirk ist komplexen Charakters; er enthält lusitanische, namaquanisch-kapensische, westindische und tropisch-amerikanische Formen, neben kosmopolitischen oder circummundanen Elementen. *Thilo Krumbach, Rovigno.*

Falta, W., Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Substanzen. Berlin, Julius Springer, 1918. 220 S. und 9 Abbild. Preis M. 12,—.

Mit Herausgabe dieses Buches hat Verfasser sich großes Verdienst erworben. Auf Grund eignen, großen Beobachtungsmaterials erbringt er den Beweis, daß den radioaktiven Substanzen ein Heilwert bei einer Reihe von Krankheiten zuzusprechen ist. Indem er die Heilanzeigen umgrenzt, die Methoden der Behandlung genau beschreibt, die biologischen Wirkungen zusammenstellt und die erzielten Erfolge und Mißerfolge mit ausführlich mitgeteilten Krankheitsgeschichten belegt, gestattet er jedem Arzt, sich nicht nur ein eigenes Urteil auf Grund des Studiums zu bilden, sondern auch die Therapie bei den eigenen Kranken anzuwenden. Ich glaube, daß die Absicht des Verfassers gelingen wird, die Unterschätzung dieser neuen Behandlungsmethode zu beseitigen und auch andererseits zu verhüten, daß Ansprüche an die Leistungen der radioaktiven Stoffe gestellt werden, die sie ihrer physikalischen Natur und ihren biologischen Wirkungen nach nicht erfüllen können.

Wir begrüßen dieses Buch umsomehr, als es unsere früheren Arbeiten, die dieser Heilmethode zum ersten Mal durch Erprobung an einem großen klinischen Material die Grundlage zu geben versuchten, bestätigt und ergänzt. Im einzelnen bestehen allerdings noch Differenzen, doch haben diese auf die Einschätzung des Werts der Methode keinen Einfluß mehr. Die Therapie mit radioaktiven Stoffen hat sich durchgesetzt und kann aus der Medizin nicht mehr verdrängt werden.

F. Gudzent, Berlin-Charlottenburg.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung vom 9. November 1918 hielt Professor *A. Merz* (Berlin) einen Vortrag über *Bosporus und Dardanellen auf Grund eigener Untersuchungen*. Der Vortragende hat in 5 Monaten der Jahre 1917 und 1918 an 300 Stellen dieser wichtigen Meeresstraßen Strommessungen und Lotungen ausgeführt.

Bodenproben entnommen sowie Temperatur und Salzgehalt des Wassers bestimmt. In seinem Vortrag beschränkte er sich auf die Behandlung der beiden Probleme der Wasserbewegung und der Wassenumsetzung, die sich hier besonders deutlich erkennen lassen, weil es sich um die Verbindungskanäle zweier Meere handelt, die mit verschiedenartigem Wasser erfüllt sind. Das Schwarze Meer erhält durch die Donau und die großen russischen Ströme einen starken Zufluß an Süßwasser und ist daher salzarm, sein Wasser also spezifisch leicht, während das östliche Mittelmeer zu den salzreichsten Meeren der Erde gehört und mit spezifisch schwerem Wasser erfüllt ist. In den tieferen Schichten der beiden Meerengen schiebt sich daher das schwerere Wasser nach Norden dem Schwarzen Meere zu, während dessen leichtes Wasser an der Oberfläche in entgegengesetzter Richtung abfließt. Auf diese Weise entsteht eine komplizierte Wasserbewegung, die bereits in früheren Jahrhunderten das Interesse der Forscher erregt hat, so daß wir schon aus dem Jahre 1681 eine hydrographische Studie des italienischen Grafen *Marsigli* darüber besitzen. Mit dem Problem der Wassenumsetzung, die von besonderer Wichtigkeit für den Wasserhaushalt unserer Erde ist, hat sich dagegen als erster der russische Seeoffizier *Makaroff* in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts beschäftigt. Bisher wurden jedoch genauere Untersuchungen dadurch erschwert, daß es sich um strategisch wichtige Festungsgebiete der Türkei handelt, und daß die bis dahin vorhandenen hydrographischen Instrumente für die erforderliche Feinheit der Messungen nicht ausreichten. Erst nachdem der Vortragende nach dem Prinzip des Ekmanschen Strommessers neue Instrumente konstruiert hatte, die Wassergeschwindigkeiten von 2 cm pro Sekunde bis 3 m pro Sekunde zu messen gestatten, konnte die Zeit der Bundesgenossenschaft mit der Türkei zur Erforschung dieser interessanten Gebiete benutzt werden.

Der Bosphorus ist ein ertrunkenes Flußtal, das in eine Verebnungsfläche eingesenkt ist, die nach Süden hin geneigt ist und schließlich unter den Spiegel des Marmara-Meeres taucht, über den sich dann noch einige höhere Teile als kleine Inseln (die Prinzen-Inseln) erheben. Das Tal ist eng und erreicht nirgends eine größere Weite als 2 Seemeilen (à 1852 m), während im mittleren Teil zwischen Bebek und Stenia die schmalste Stelle nur 700 m Breite besitzt. Hier war der Bosphorus im Mittelalter mehrmals durch Brücken und Ketten gesperrt. Die geringste Tiefe beträgt im Süden an der Schwelle von Stambul 37 m, die größte im nördlichen Teil 90 m.

An der Hand zahlreicher Kurven- und Isoplethen-Diagramme gab der Vortragende ein ausführliches Bild aller Einzelheiten seiner Untersuchungen, von denen hier nur das Wichtigste zusammengefaßt sei. Die Linien gleichen Salzgehaltes (Isohalinen) zeigen, daß das obere Wasser des Schwarzen Meeres von weniger als 2 % Salzgehalt und das untere des Marmara-Meeres mit mehr als 3,5 % Salzgehalt sich eng aneinander schmiegen, so daß zwischen ihnen ein schneller Übergang, eine sogenannte Sprungschicht, entsteht, die besonders scharf im mittleren Teil des Bosphorus ausgeprägt ist. Sie steigt nach Süden zum Marmara-Meere hin an, in dessen Nähe sie sich in zwei Teile teilt. Das Wasser des Marmara-Meeres bildet nämlich keine hydrographische Einheit, sondern schichtet sich in ein Oberflächenwasser von 2,0 bis 2,5 %, und eine schwerere Schicht von 3,0—3,5 % Salzgehalt.

Noch komplizierter als die Verteilung des Salzgehaltes ist diejenige der Temperatur. Im nördlichen Teil des Bosphorus nimmt in dem Schwarzen Meer-Wasser die Wärme nach unten ab bis etwa 8—9°; darunter findet sich wieder wärmeres Wasser (im Mai 14—15°), das aus dem Mittelmeer kommt. Im südlichen Teil ist die kalte Mittelschicht viel weniger ausgeprägt, und im Sommer verschwindet sie sogar ganz. Die Isohaline von 2,1 % gibt eine gute Abgrenzung der den verschiedenen Meeren entstammenden Wassermassen, was auch darin zum Ausdruck kommt, daß diese Fläche mit der Grenze zwischen Ober- und Unterstrom ungefähr zusammenfällt. Der Oberstrom ist im nördlichen Bosphorus sehr mächtig, nimmt aber im südlichen Teil an Dike ab, während der Unterstrom überall gleich mächtig bleibt und dem Gefälle des Bodens nach Norden folgend wie ein Fluß auf fester Unterlage bergab fließt. Der Oberstrom dagegen fließt auf der beweglichen Unterlage der nach Norden geneigten Stromgrenze gewissermaßen bergauf. Die Geschwindigkeit der Oberströmung nimmt in normaler Weise nach unten mit der Annäherung an die Stromgrenze ab, ohne jedoch an dieser den Wert 0 zu erreichen. Jenseits der Stromgrenze nimmt der Unterstrom schnell an Stärke zu und erreicht seinen größten Wert schon wenige Meter unter der Grenzfläche. Die größte Oberflächengeschwindigkeit findet sich nicht, wie man erwarten sollte, an den konkaven Biegungen des Ufers, sondern an dessen konvexen Stellen, also an den vorspringenden Punkten, weil der Oberstrom als eine durch Dichteunterschiede hervorgerufene Strömung den kürzesten Weg einschlägt. Der Unterstrom dagegen, der dem Gefälle folgt, und für den daher die Gesetze der Flußbewegung gelten, wählt den weiteren Weg und läuft in Windungen die Krümmungen des Ufers aus. In den Buchten der Küste bildet den Oberflächenstrom stationäre Stromwirbel (Standwirbel), so daß nahe dem Ufer eine entgegengesetzt gerichtete, aber nur schwache Strömung entsteht (Neerstrom), die von großer Wichtigkeit für die Schifffahrt ist, weil sie gute, von der starken Hauptströmung freie Ankerplätze bietet. Die langgestreckte Bucht des Goldenen Hornes, die nördlich von Stambul tief nach NW ins Land einschneidet und Galata von der Hauptstadt trennt, ist hydrographisch als eine solche Bucht des Bosphorus zu betrachten. Oberstrom und Unterstrom laufen überall nicht genau entgegengesetzt, sondern in verschiedenen Winkeln übereinander, so daß der Oberstrom durch Drehung in den Unterstrom übergeht.

In den Dardanellen liegen die hydrographischen Verhältnisse prinzipiell ähnlich, nur ist hier der Landschaftstypus ein ganz anderer. Haben wir in dem Bosphorus ein enges eingeschnittenes Tal vor uns, so müssen wir die Dardanellen als den untersten Teil einer breiten tektonischen Mulde betrachten. Dem entsprechend sind auch die Dimensionen viel größer. Die Breite ist im Mittel 2 Seemeilen; sie steigt im Süden auf 4 und sinkt an der engsten Stelle bei Tschanak auf $\frac{1}{4}$ Seemeile. Auch die Uferformen sind anders als beim Bosphorus, insbesondere münden von beiden Seiten viele Flüsse ein, die ihre aus Schwemmland gebildeten Deltas oft weit in das Meer hinausbauen. Die Maximaltiefe reicht bis 104 m herab. Im allgemeinen aber liegt der Boden der Dardanellen nahezu horizontal in etwa 80 m mittlerer Tiefe. Deshalb hat auch die Grenzfläche zwischen Ober- und Unterströmung eine annähernd horizontale

Lage. Das Wasser des Ägäischen Meeres mit mehr als 3,8 % Salzgehalt strömt in breiter Front nach Norden.

Da die politischen Ereignisse des Tages eine Fortsetzung der Sitzung nicht erlaubten, so mußte der Vortragende seine interessanten Auseinandersetzungen abbrechen.

Für das Jahr 1919 wurden in den Vorstand gewählt: Vorsitzender: Geheimrat *Penck*. Stellvertreter: Generaloberst *v. Beseler* und Admiraltätsrat *Kohl-schütter*. Schriftführer: Professor *Baschin* und Dr. *Pohle*. Schatzmeister: Professor *Behre*. O. B.

Astronomische Mitteilungen.

Über die planmäßige Auffindung des Meteoriten von Treysa veröffentlichte A. Wegener einen sehr interessanten Aufsatz in den Astronomischen Nachrichten 207, 185. Sie gelang bloß auf Grund der Beobachtungen der Licht- und Schallerscheinungen, ohne daß der Niederfall zur Erde selbst wahrgenommen wurde. Das Meteor fiel am 3. April 1916 um 3 Uhr 25 Minuten nachmittags (M. E. Z.), als die Sonne $30^{\circ} 50'$ über dem Horizonte stand. Bei fast wolkenlosem Himmel wurde es in Gestalt einer Feuerkugel beobachtet innerhalb eines kreisförmigen Gebietes von 135 km Radius. In einem engeren Bezirke (Halbmesser 50–60 km) hörte man eine Detonation einige Minuten nach der Erscheinung, ebenso wie in Gegenden, die über 100 km entfernt waren (entsprechend der äußeren Hörbarkeitszone jenseits der Zone des Schweigens). Aus den gesammelten Beobachtungen ergab sich als Fallort die Gegend von Treysa und Ziegenhain in Hessen. Mehrere zur Auffindung unternommene Ausflüge blieben jedoch erfolglos. Eine genauere Bearbeitung des Beobachtungsmaterials im darauffolgenden Herbst und Winter führte zu folgenden Schlüssen: Das Meteor zerschellte nicht im Augenblick des höchsten Glanzes, sondern seine Helligkeit nahm allmählich während des Niederfallens bis zum gänzlichen Erlöschen ab, da es auch als schwarzer Körper in der Atmosphäre gesehen worden war. Es gelangte daher ohne Zerteilung zur Erde. Wenn es infolgedessen auch weniger leicht zu beobachten war als ein Steinregen, so mußte es doch ein größeres Einschlagsloch hinterlassen haben.

Wegener schätzt die Höhe des Erlöschens auf 16,4 km, während v. Nießl für die meisten Meteoriten im Mittel 20–30 km angibt. Nach Wegener hat man sich das Zerschellen des Meteors so vorzustellen, daß der Druck der vor ihm zusammengepreßten Luft seine Druckfestigkeitsgrenze überschreitet, nicht als ein Zerspringen des Körpers infolge frei werdender Gase oder Temperatureinflüsse. Die bisher sichtbare aus glühender Luft bestehende Kompressionswelle vor dem Meteoriten, die Bugwelle, löst sich dabei von ihm ab und eilt dem nunmehr erlöschenden voran. Am Erdboden erzeugt sie Detonation, also vor dem Einschlagen des Meteors. Welle und Meteor haben, da die Meteoritengeschwindigkeit in der Atmosphäre abnimmt, im Moment des Ablösens wahrscheinlich dieselbe Geschwindigkeit. Sie ist nach den Erfahrungen über die Anfangsgeschwindigkeit von Explosionsknallen wesentlich größer als die Schallgeschwindigkeit (ungefähr 1 bis 2 km/sek). Nach *Schiaparelli* hängt die Geschwindigkeit im untern Teile der Bahn eines Meteors immer weniger von seiner kosmischen Anfangsgeschwindigkeit ab, so daß sie schließlich nur mehr eine Funktion der

Größe und des spezifischen Gewichtes des Körpers ist. Aus der geringen Höhe des Erlöschens schloß Wegener auf großen Umfang und hohe Dichte des Meteors, also auf einen Eisenkörper in einem vielleicht $1\frac{1}{2}$ m tiefen Einschlagsloch.

Da während der Ernte auf den Feldern nichts gefunden worden war, lag die Vermutung nahe, das Meteor in den Wäldern zu suchen. Der Vorsitzende der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften in Marburg, Geheimrat *F. Richarz*, ließ deshalb im Januar 1917 für die Auffindung des Meteoriten einen Preis von 300 Mark ausschreiben, um hauptsächlich die Förster der Umgebung zum Nachforschen zu veranlassen. Tatsächlich gelang es einem solchen, einen Eisenmeteoriten von 63 kg Gewicht durch Graben in einer Tiefe von 1,60 m zu finden. Azimut und Neigungswinkel (60°) des Schußkanals entsprachen so ziemlich den aus den Beobachtungen errechneten Größen, während der Fundort 800 m südwestlich von der Projektion des Hemmungspunktes lag, das ist desjenigen Punktes, in dem das Meteor erlosch. Frische Bruchstellen waren nicht mit Sicherheit zu erkennen.

Aus dem gesammelten Beobachtungsmaterial ergab sich als Fallort ein 7 km östlich von der Projektion des Hemmungspunktes gelegener Punkt, also ein Unterschied sowohl im Azimut als auch in der Entfernung. Für die Ursache der falschen Azimutschätzung hält Wegener den in jener Gegend fast immer herrschenden Westwind, der den auch nach dem Erlöschen infolge der weiter fortbestehenden Rauchentwicklung noch immer vorhandenen Rauchfaden in seinem oberen Teile nach Osten führte, wodurch für Beobachter, die auf das Meteor erst nach der Detonation aufmerksam wurden, das Bild eines nach Osten ziehenden Rauchstreifens entstand. Die Lichterscheinung wird ja gewöhnlich im Fallgebiet wegen der zu großen Höhe nicht bemerkt, erst die Detonation macht auf eine Rauchspur aufmerksam.

Die falsche Schätzung der Entfernung erklärt Wegener durch einen systematischen Fehler in der Bestimmung der Projektion des Hemmungspunktes, indem die Beobachter des Azimuts des Punktes des Erlöschens das Azimut desjenigen Punktes angegeben hätten, in welchem das Meteor den Boden erreichte, was keineswegs unwahrscheinlich ist. Denn die Beobachter glauben, die leuchtende Bahn des Meteoriten ende nicht im Horizont, sondern reiche unter diesen hinab und endige vor einem nahe gelegenen Hause, Walde oder Berge, daher die Ansicht der 100 km oder weiter entfernten Beobachter, das Meteor sei in ihrer unmittelbaren Nähe niedergegangen. Auch für näherstehende Beobachter ist, wie *Richarz* nachgewiesen hat, diese optische Täuschung wirksam. Daraus folgt aber eine systematische Verschiebung des Hemmungspunktes in der Richtung auf den Niederfallort zu. Einen strengen Beweis dafür liefert die fast vollständige Übereinstimmung der wirklichen Neigung des Schußkanals mit der berechneten. Die Meinung, daß ein Meteor im Momente des Erlöschens seine Geschwindigkeit verliere und senkrecht zur Erde niederfalle, ist daher nicht richtig.

J. Lense.

Beitrag zur Kenntnis der Polhöhenschwankung. In einer Arbeit: „Untersuchung einer neueren Pulkowaer Beobachtungsreihe zur Polhöhenschwankung in bezug auf systematische Beeinflussung“ (Wiener akad. Sitzungsberichte, 126. Band, 9. Heft) behandelt *R. Schumann* das Verhalten der sogenannten „Schlußfehler“ bei einer durch besondere innere Genauigkeit ausgezeichneten Beobachtungsreihe. Unter Schluß-

fehlern versteht man die beim Abschluß der Bearbeitung sich ergebenden Widersprüche zwischen Theorie und Beobachtung, die bei absolut genauen Beobachtungen und bei Berücksichtigung aller Fehlerquellen gleich Null sein sollten, bei den Polhöhenreihen jedoch Beträge annehmen, deren Höhe sich aus den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern allein nicht erklären läßt, ohne daß es bisher möglich war, eine befriedigende Lösung zu finden. Die hier behandelte Beobachtungsreihe wurde in den Jahren 1908 bis 1911 am großen Zenitfernrohr zu Pulkowa erhalten. Sie umfaßt 8 Gruppen von je 7 bis 10 Sternpaaren und eignet sich wegen der Kleinheit der zufälligen Beobachtungsfehler besonders gut zur Untersuchung auf etwaige noch unbekannte Einflüsse. Auch bei dieser Reihe findet der Verfasser Schlußfehler von unzulässigem Betrage, ohne eine Erklärung dafür geben zu können. Bei der Untersuchung ähnlicher Reihen zeigt sich, daß die aus zeitlich benachbarten Gruppen des gleichen Abends abgeleiteten Ergebnisse meist gut übereinstimmen, daß aber die Widersprüche mit der Zwischenzeit wachsen, so daß man auf das Bestehen einer eintägigen Periode schließen könnte. Auch finden sich in den Beobachtungen mancher Stationen unerklärte Schwankungen von 2- bis 3jähriger Dauer. Die sog. Saalrefraktion, d. i. die mit der Temperatur veränderliche Strahlenbrechung innerhalb des Beobachtungsraumes, könnte man wohl für eintägige und einjährige Schwankungen, nicht aber für solche mit längerer Periode verantwortlich machen. Zur Ermittlung rasch verlaufender Schwankungen schlägt der Verfasser die Massenbestimmung von Polhöhen während eines Tages vor. Das Schlußergebnis faßt er dahin zusammen, „daß auch die neuere Pulkowaer Reihe, trotz mehrfacher Verbesserungen gegenüber älteren Reihen, trotz ihrer schönen inneren Genauigkeit und trotz guter Übereinstimmung ihres Endergebnisses mit unabhängigen Parallelreihen auf anderen Stationen, in systematischer Weise beeinflusst ist aus Ursachen, für die niemand bisher eine schlüssige Erklärung geben konnte. Solange als diese nicht gefunden wurde, kann man, angesichts der auffallenden Größe und des stetigen Verlaufes der aus dem ganzen Beobachtungsmaterial abgeleiteten Widersprüche, die derzeitigen Bearbeitungen nicht als erschöpfend und ihre Ergebnisse nicht als definitiv ansehen.“

Lichtmessungen an Planetenscheiben. In den während des Krieges erschienenen, erst kürzlich nach Deutschland gelangten *Veröffentlichungen der Sternwarte zu Dorpat* gibt E. Schönberg ausführliche Mitteilungen über seine photometrischen Beobachtungen der großen Planeten, die besonders wegen des dabei angewandten neuartigen Instruments von Interesse sind. Es handelt sich um ein Mikrophotometer, das besonders zur Bestimmung von *Flächenhelligkeiten* geeignet ist. In den Okularteil des Fernrohrs fällt durch einen seitlich angebrachten, senkrecht zur Längsachse des Fernrohrs stehenden Hohlzylinder das Licht einer Glühlampe, die mit Hilfe eines Milliampèremeters auf ihre Beständigkeit geprüft werden kann. Ein im gleichen Zylinder verschiebbar angebrachter dunkler *Glaskel* gestattet das Licht beliebig abzuschwächen. Im Okularteil selbst befindet sich ein Prisma, auf dessen sowohl gegen den vom Objektiv einfallenden als auch gegen den von der Lampe kommenden Lichtstrahl um 45° geneigter Fläche nebeneinander fünf sehr kleine Spiegel befestigt sind,

deren jeden man durch Verschieben des Prismas in die optische Achse des Fernrohrs bringen kann. Der Durchmesser des kleinsten Spiegels beträgt nur 0,1 mm. Auch ihre Rückseiten sind spiegelnd. Ein Okular befindet sich, rechtwinklig zur Fernrohrachse stehend, gegenüber dem Ansatz, der die Lampe trägt. Beim Durchblicken sieht man die von der Lichtquelle erzeugte helle Fläche, vom Himmel dagegen nur einen sehr kleinen Ausschnitt, der sich auf der Vorderseite des kleinen Spiegels abbildet. Man kann nun das Fernrohr so auf eine *Planetenscheibe* einstellen, daß ein Teil der letzteren, dessen Helligkeit gemessen werden soll, im Spiegel erscheint. Alsdann gibt man durch Verschieben des Glaskells der umgebenden künstlichen Lichtfläche eine solche Helligkeit, daß das Spiegelbild sich nicht mehr davon abhebt, und erreicht damit die Gleichheit beider Flächenhelligkeiten. Die Stellung des lichtschwächenden Glaskells ist an einer Millimeterteilung ablesbar, wodurch die rechnerische Verwertung der Beobachtungen ermöglicht wird. — Außerdem ist ein zweites Okular derart angebracht, daß man einen Ausschnitt des Himmels sieht und in der Mitte des Feldes das nunmehr von der Rückseite des kleinen Spiegels erzeugte Bild der künstlichen Lichtfläche. Zum Zweck der Messung bringt man den Planeten in das Gesichtsfeld, hat also den vollen Anblick seiner Scheibe, und bringt das kleine Spiegelbild der Vergleichsfläche durch Verschieben des Glaskells auf dem zu messenden Teil der Planetenscheibe zum Verschwinden. Das Instrument eignet sich auch zur Beobachtung von Nebelflecken und Kometen. Sternhelligkeiten können außerhalb der Brennebene des Objektivs gemessen werden, wobei die Sterne als leuchtende Scheiben erscheinen.

Die bisherigen Messungen an Planeten beziehen sich besonders auf die allgemeine Lichtverteilung, nicht auf die Einzelheiten der Oberflächenzeichnung. Eine Beobachtungsreihe aus den Jahren 1913 und 1914, bei der die zweite der oben beschriebenen Messungsarten angewandt wurde, hatte zum Ziel die Untersuchung der Helligkeitsverhältnisse im Ringsystem des Saturn. Es ergab sich dabei die überraschende Tatsache, daß die mittlere Helligkeit der beiden äußeren und hellsten Saturnringe um 0,32 Größenklassen oder 34 % geringer war als die Helligkeit in der Mitte der Saturnscheibe, während man im allgemeinen den gegenteiligen Eindruck gewinnt. Allerdings erfolgten die Messungen weit außerhalb der Oppositionszeit des Planeten, zu welcher letzterer nach Seeligers theoretischen Untersuchungen die größte Helligkeit der Ringe zu erwarten ist. Die Veränderung der Ringhelligkeit mit dem Phasenwinkel trat deutlich in Erscheinung. Mit wachsendem Phasenwinkel nimmt die Helligkeit des Ringes ab. Die Beobachtungen wurden sodann auch unter Einschaltung verschiedenartiger *Farbfilter* ausgeführt. Der Unterschied zwischen Ring und Scheibenmitte war am geringsten bei einem grünen (0,26 Größenklassen), am größten bei einem roten Filter (0,35 Größenklassen), entsprechend dem Umstande, daß der Ring mehr blaue, die Saturnkugel mehr rote Strahlen zurückwirft.

Messungen des Gesamtlichts des Planeten im Vergleich mit α Tauri ergaben, auf mittlere Oppositionsentfernung umgerechnet, daß ersterer etwa 0,7 Größenklassen heller war als der Vergleichstern. Die zu messenden Bilder wurden so weit innerhalb der Brennweite des Objektivs liegend gewählt, daß Saturn als kreisrunde, gleichmäßig erleuchtete Scheibe erschien.

C. H.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

AUG 25 1922

U. S. Department of Agriculture
Sechster Jahrgang.

Heft 52.

27. Dezember 1918.

INHALT:

Der schweizerische Nationalpark im Unterengadin.
Von Prof. Dr. C. Schröter, Zürich. S. 761.

Der skandinavische Geophysikerkongreß in Göteborg (28.—31. August 1918). Von Prof. Dr. Adalbert Prey, Prag. S. 765.

Ueber Sehen und Photographieren durch trübe Medien. Von Prof. Dr. W. Scheffer, Berlin. S. 768.

Besprechungen:

Wilhelmi, J., Die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie. Von B. Harms, Berlin. S. 771.

Henrich, F., Theorien der organischen Chemie. Von Georg Trier, Zürich. S. 771.

Bauer†, Rudolf, Reduktion und Hydrierung organischer Verbindungen. Von R. Pummerer, München. S. 772.

Supan, Alexander, Leitlinien der allgemeinen politischen Geographie. Von P. Rohrbach, Berlin. S. 772.

Arlt, Th., Handbuch der Palaeogeographie. Von Max Friederichsen, Königsberg i. Pr. S. 773.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Die Olivenölgewinnung in Oesterreich und ihre Verbesserung. Eine Knallgasexplosion in der Stahlflasche. Askania nova. Ueber Nachtblindheit. Psychische Geschlechtsunterschiede. Wachstum und selbsttätige Zerstörung der Stubenfliege im Pferdemit. S. 773—776.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Chemie und chemische Technologie radioaktiver Stoffe

Von

Dr. Ferdinand Henrich

Professor an der Universität Erlangen

Mit 57 Textabbildungen und 1 Übersicht

Preis M. 15.—; gebunden M. 17.60

(Siehe Besprechung in dieser Nummer).

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenser Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.- für den Jahrgang, M. 6.- für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Pettiselle angenommen.

Bei jährlich 8 13 20 50 maliger Wiederholung 10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24. Fernsprecher: Amt Kurfürst 5050-53. Telegrammadresse: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C. Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Verführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

Die fortgesetzte außerordentliche Steigerung der Herstellungskosten zwingt den Verlag, den Preis der „Naturwissenschaften“ vom 1. Januar 1919 ab um M. 3.— für das Vierteljahr zu erhöhen.

Sobald die Zeitverhältnisse es gestatten, wird der Verlag die Zeitschrift wieder auf den ursprünglichen Umfang und die ursprüngliche Reichhaltigkeit bringen.



DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

27. Dezember 1918.

Heft 52.

Der schweizerische Nationalpark im Unterengadin.

Von Prof. Dr. C. Schröter, Zürich.

I.

Der Name „Nationalpark“, den wir von Nordamerika übernommen haben, ist leicht geeignet, falsche Vorstellungen zu erwecken, als handle es sich hier um Anpflanzungen exotischer Gewächse, oder es werde ein Zustand erstrebt, wo die wilden Tiere wie weiland im Paradies freundlich wedelnd den Besucher umschwärmen und sich von ihm füttern lassen. Weit entfernt davon ist vielmehr der Zweck eines „Nationalparks“ die Wiederbelebung und Erhaltung der bedrohten *einheimischen* wilden, ursprünglichen Natur, möglichst unberührt von menschlichem Einfluß.

Die Naturschutzbewegung setzte, durch die erfolgreichen Bestrebungen eines *Conwentz* in Deutschland angeregt, in der Schweiz mit der Gründung der Naturschutzkommission im Schoße der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft im Jahre 1906 energischer ein, nachdem sie längst vorher einzelne Ansätze gezeigt hatte. Schon auf der ersten Versammlung dieser Kommission in Bern war die Rede von einem Naturschutzgebiet im Unterengadin. In einem Gutachten an den Bundesrat vom Jahre 1907 wird ebenfalls auf das Unterengadin verwiesen. Um die Mittel zur Schaffung eines Nationalparks zu erlangen, wird 1908 der Schweizerische Naturschutzbund gegründet, auf breiter Grundlage, mit einem minimalen Jahresbeitrag (1 Franken). Er fand großen Anklang und zählt heute über 23 000 Mitglieder. Schon 1909 gelingt es den Bemühungen des energischen Leiters der Schweizerischen Naturschutzbewegung, Dr. *Paul Sarasin* in Basel, in Verbindung mit Dr. *Brunies*, einem Sohne des romanischen Unterengadin, mit der Gemeinde Zerneß einen Vertrag abzuschließen über die Reservation des Val Cluozza, eines wilden Alpentals bei Zerneß. 1911 kommen weitere Teile dazu; nun wird dem Naturschutzbund die Last zu schwer und er richtet ein Subventionsgesuch an den Bundesrat. Es wird von dem einflußreichen Oberforstinspektor Dr. *Coaz* lebhaft unterstützt. Im Juli 1913 bereisen die Kommissionen der Räte das projektierte Nationalparkgebiet und kehren voll Enthusiasmus für dieses patriotische Unternehmen zurück.

Im Mai 1914 endlich fanden jene denkwürdigen Tagungen der eidgenössischen Räte statt, in welchen in hochgesinnten, von idealem Schwung getragenen Voten die Sache des Natio-

nalparks verteidigt und eine Subvention von 18 000 Franks jährlich für denselben beschlossen wurde; der Bundesrat wurde dabei ermächtigt, bis auf 30 000 Franks jährlich zu gehen, wenn das Projekt in seinem ganzen Umfange durchgeführt ist.

Heute besteht nun der Schweizerische Nationalpark aus folgenden Gebieten:

1. Das zentrale Gebiet der Gemeinde Zerneß, auf 99 Jahre durch einen Dienstvertrag abgetreten; es umfaßt: Val Cluozza, Val Tantermozza, Praspöl, Fuorn und Stavelchod, im Umfang von 97 km² und wird vom Staate mit jährlich 18 000 Franks subventioniert. Soviel beträgt die Pachtsumme für die Gemeinde Zerneß.

2. Das westliche Gebiet: Val Müschains, Truphum und Mela, 10 km² umfassend, von der Gemeinde Scafs auf 25 Jahre abgetreten, und vom Naturschutzbund gepachtet, da der Bundesrat nur auf eine 99-jährige Pachtzeit eintreten will.

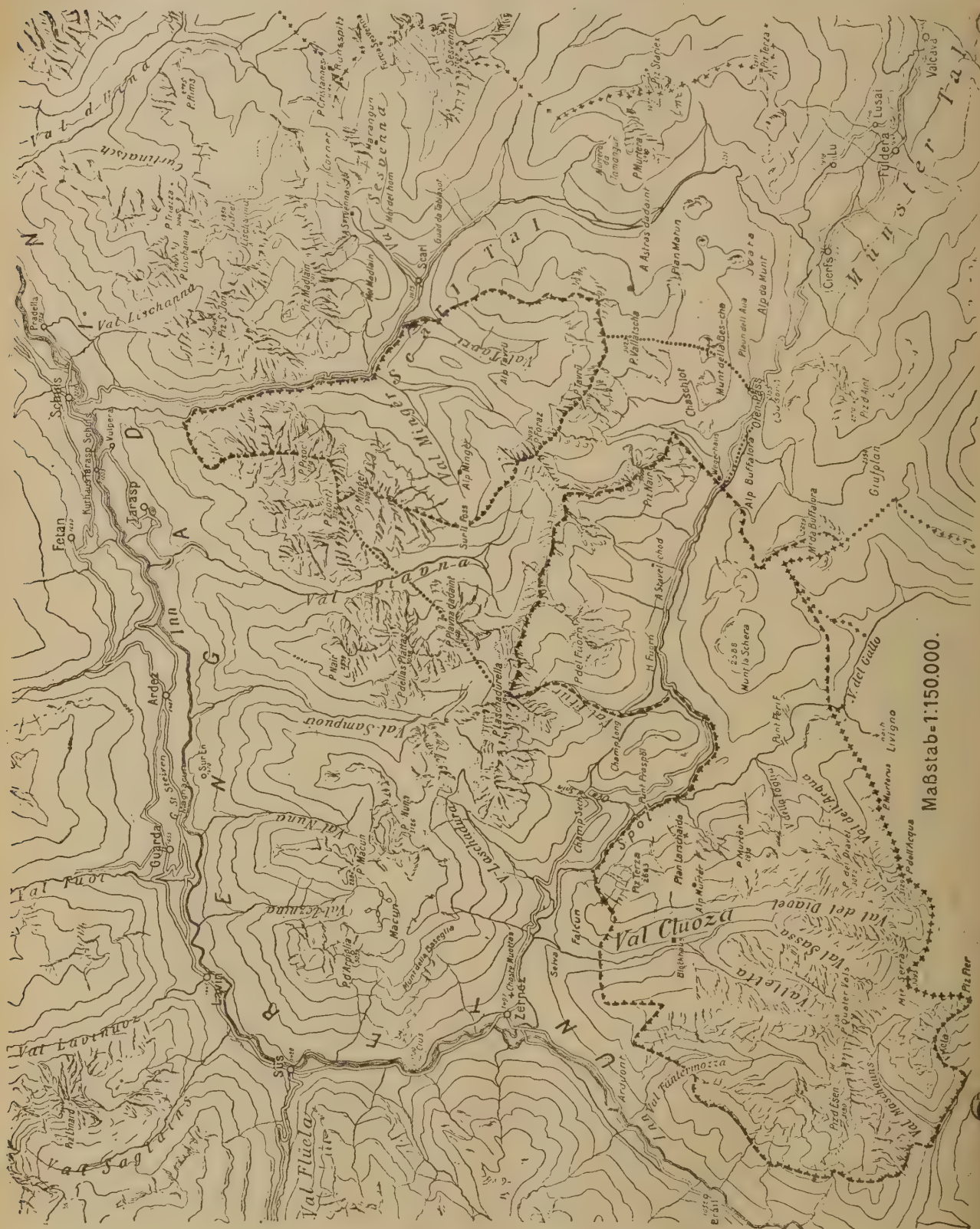
3. Das östliche Gebiet: die linke Talseite des Val Scarl mit den Seitentälern Val Mingèr, Foraz und Tavrü, von der Gemeinde Schuls auf 25 Jahre abgetreten, ebenfalls bis jetzt nur vom Naturschutzbund gepachtet, 32 km² umfassend.

Es erscheint auffallend, daß gerade ein so exzentrisch, an der äußersten Südostecke des Landes gelegenes Gebiet gewählt wurde. Es hängt das damit zusammen, daß diese Gegend sich so gut wie kaum eine andere der Schweiz für eine totale Reservation eignet, und zwar aus folgenden Gründen:

Das Gebiet gehört zur Massenerhebung der Engadiner Alpen und hat deshalb sehr hochgelegene biologische Grenzen: die Schneegrenze liegt nach *Jegerlehner* in den Spölpalpen bis 3000 Meter, die Waldgrenze nach *Imhof* bei 2190 im Ofenpaßtal, bei 2230 Meter im Scarltal. Landschaftlich ist es ausgezeichnet durch die wild zerrissenen Formen der Dolomiten, die ihm einen ausgeprägt ostalpinen Stempel aufdrücken. An Wildheit und Unberührtheit, an Einsamkeit und Abgeschlossenheit wird es kaum von einem andern Gebiet der Schweizer Alpen erreicht. Infolge der Sterilität des Dolomitbodens ist es relativ dünn bevölkert, und die Aufhebung der Weide- und Waldnutzung kann leicht durchgeführt werden. Die Waldung ist eine reiche und wohl-erhaltene und hat vielfach reinen Urwaldcharakter. Insbesondere sind die ausgedehnten zirka 5000 Hektar umfassenden Wälder der aufrechten Bergföhre (der „Spirke“), die größten der Schweiz, von besonderem Interesse. Aber auch herrliche fast reine Arvenwälder, ferner schöne Mischbestände

der Fichte und Lärche und der eigenartigen Engadinerföhre (*Pinus silvestris* var *Engadinensis* Heer) kommen vor, einer hochalpinen Anpassungs-

form der Waldföhre. Dann ausgedehnte Legföhrenreviere mit allen Wuchs- und Zapfenformen dieser so veränderlichen Sippe. Es sind also



Übersichtskarte des schweizerischen Nationalpark-Gebietes im Unterengadin.

+++ Landesgrenze. Die bis 1918 konzentrierten Teile des Nationalparks. Die noch fehlenden Zwischenstücke.

alle Nadelholzarten der Schweiz mit Ausnahme der Weißtanne, der Eibe und des Sadebaumes vertreten.

Auch die übrige Flora ist reich, aus verschiedenen Gründen: es sind alle Höhenstufen vertreten, von der warmen und trockenen Kulturstufe mit dem Charakter der „zentralalpinen Föhrentäler“ (Braun) bis zur Nivalstufe über 3000 Meter. Die Lage an der Grenzscheide zwischen ost- und westalpiner Flora bedingt einerseits einen starken Einschlag östlicher Arten, die der übrigen Schweiz fehlen, andererseits finden hier manche westliche Arten ihre Grenze. Der reiche Wechsel kalkarmer und kalkreicher Gesteine läßt sowohl Kalkzeiger als Kalkmeider gedeihen¹⁾. Die mannigfaltige orographische Gliederung bedingt aber auch eine fast vollständige Vertretung aller alpinen Pflanzenformationen: Wir finden da Auen-, Fichten-, Arven-, Lärchen- und Bergföhren-Wälder, Nadelmischwald, Legföhrenbestände, Alpenröhrlin und Alpenrosengebüsche, Zwergstrauchheiden, Spaliersträucher, die mannigfachen Typen des alpinen Rasens, Schneetälchenfluren, Hochstauden und Lagerfluren, ausgedehnte Schuttfuren, auf Moränen, kiesigen und sandigen Alluvialflächen, und Felsfluren der mannigfachsten Gesteine, also eine treffliche Gelegenheit, Aufbau und Werdegang aller dieser Formationen zu verfolgen.

Auch die Tierwelt ist eine reiche; seit jeher gilt die Gegend als ein Eldorado für Gemsjäger; sie war auch die letzte Zuflucht des Bären in der Schweiz: im Jahre 1904 wurde der letzte Bär im Val Mingèr geschossen und seither hat man wiederholt seine Spuren im Park beobachtet. Murmeltiere, Schneehasen, Rehe, Dachse, Edelmarder, Hermeline, Füchse sind häufig, und auch der Edelhirsch fehlt nicht. Zahlreiche Vogelarten tummeln sich in den Wäldern, darunter auch Auer- und Birkwild, und majestätisch zieht der Steinadler seine Kreise.

Die große Ausdehnung des Gebietes bietet alle Gewähr, daß mit der Zeit eine völlig natürliche ausgeglichene Lebensgemeinschaft sich bilden wird, welche in sich ihr harmonisches Gleichgewicht findet.

So sind in unserem Nationalpark alle Bedingungen verwirklicht, die man von einer Großreservation verlangen muß:

Reichtum an packenden landschaftlichen Szenarien, an Pflanzen und Tieren, an Gesteins-

arten, Oberflächenformen und Vegetationen, relative Wildheit und Unberührbarkeit auf weiten Strecken, geringe Besiedelung und große vertikale und horizontale Erstreckung.

II.

So ist der schweizerische Nationalpark entstanden! Und welches ist nun seine Bedeutung?

Er ist in erster Linie eine Stätte, wo jegliche Einwirkung des Menschen für alle Zeiten ausgeschaltet ist, wo alpine Urnatur sich ungestört wiederherstellen und weiterentwickeln kann und wird. Er bildet ein Refugium für Pflanzen- und Tierwelt, ein Sanktuarium, ein Naturheiligtum. An seinen Grenzen brechen sich die über alle Lande strömenden Wogen menschlicher Kultur, die das ursprüngliche Antlitz der Mutter Erde zerstören: er ist aus der „Ökumene“, aus der Besiedelungssphäre ausgeschaltet.

Für das ganze Gebiet des Nationalparks gelten folgende Schutzbestimmungen: Pflanzen und Tiere genießen *absoluten Schutz*; es darf nichts gesammelt werden; Botanisierbüchsen; überhaupt alle Sammelutensilien sind im Park verboten.

Jede wirtschaftliche Benützung von seiten der Gemeinden und von Privaten hört auf. Es darf keine Axt und kein Schuß mehr im Gebiet erklingen. Die Bündner Regierung hat ein allgemeines Jagd-, Holzungs- und Weideverbot erlassen. Der Bundesrat hat eine eidgenössische Parkkommission bestellt, die die gesamte Aufsicht führt.

Für strenge Befolgung der von der Eidgenossenschaft erlassenen Vorschriften sorgen 4 tüchtige, gut ausgerüstete Parkwächter. Sie haben ihre Abteilungen täglich zu begehen, allfällige Eingriffe in die Pflanzen- und Tierwelt und jede Beunruhigung zu verhindern, und Fehlbare wegzuweisen. Über ihre dienstlichen Verrichtungen und ihre Beobachtungen führen sie ein Tagebuch und berichten monatlich darüber an die eidgenössische Parkkommission.

Der Naturschutzbund ist verpflichtet, für diese Bewachung des Parkes, für Zugänglichmachung und einfache Unterkunftsmöglichkeiten zu sorgen sowie die Mittel zur wissenschaftlichen Erforschung zu liefern. Seine Kräftigung durch stete Gewinnung neuer Mitglieder ist deshalb eine ständige Sorge der leitenden Kreise. Es wird durch Projektionsvorträge, durch Zeitungs- und Zeitschriftenartikel eine lebhaft propagandistische Entfaltung, die auch den allgemeinen Zielen des Naturschutzes zu gute kommt. Auch Mitglieder aus dem Ausland sind willkommen!

Schon jetzt, nach den wenigen Jahren des Schutzes, zeigen sich deutlich die segensreichen Folgen der Bändigung des schlimmen Raubtieres, genannt „Mensch“. Die nicht mehr geweideten und gemähten Wiesen zeigen eine enorm üppige Entwicklung der Flora mit kniehohem dichten Gras. Ganze Edelweißgärten haben sich entwickelt mit einzelnen Stöcken mit über 50 Blütensternen! Der Wald beginnt in die in ihn hineingerodeten

¹⁾ Näheres darüber siehe *Brunies, St.* Der Schweizerische Nationalpark. Mit 32 Originalzeichnungen, 6 geolog. Profilen und einer Übersichtskarte. 2. Auflage. Basel, Benno Schwabe. — Ferner den Artikel: Über die Flora des Nationalparkgebietes im Unterengadin. Jahrbuch des S. A. C. Band 52, Seite 170 bis 211, mit einer Karte, 5 Lichtdrucktafeln und 29 Textfiguren. — (Zusammen mit einem Artikel von Professor *Chaux*: Les Formes topographiques du Parc national suisse. Ebenda, S. 212—219, mit einer geol. Kartenskizze, 2 Panoramen und 8 Textfiguren. Separat zu haben beim Sekretariat des Schweiz. Bundes für Naturschutz, Oberalpstraße 11, Basel.

Wiesen und Weiden wieder einzudringen. Die Tierwelt hat wie bei den Jagdbannbezirken das geschützte Gebiet von allen Seiten aufgesucht: Rudel von über 100 Gamsen sind keine Seltenheit; glaubwürdige Beobachter schätzen die Gesamtzahl der Grattiere im Park auf 600 bis 700. Besonders artenreich ist die Vogelwelt geworden: Tannenhäher, Ringamsel, 4 Meisenarten, Birk- und Auerhühner, Schneehuhn, Turmfalke, Mäusebussard, Gimpel, Kreuzschnabel, Rotschwänzchen, Steinschmätzer, Wiesenpieper, Wasseramsel, Zaunkönig, Rotkehlchen, Heckenbraunelle, Schneefink, Alpendohle, Raben, Krähen werden genannt; der König der Lüfte, der Steinadler, bewohnt in 10 bis 12 Exemplaren das Gebiet, und der seltene bunte Alpenmauerläufer umflattert die Felsen.

Durch dieses Wehen ursprünglichen Naturodems in der reichen Pflanzen- und Tierwelt wird der Park eine Erbauungsstätte für jeden Naturfreund. Weit offen stehen seine Tore jedem. Aber still, von ahnungsvollem Schauer erfüllt, soll der Besucher seine Schritte durch das Sanktuarium lenken, um seine Tierwelt nicht zu stören. Kein lautes Hotelgetriebe soll ihn erfüllen, kein Auto soll ihn durchfauchen: Weg und Steg, Unterkunft und Verpflegung sollen alpinen, einfachen Charakter tragen.

In dieser Hinsicht weichen unsere Ideen über den Nationalpark ganz wesentlich ab von denjenigen der Amerikaner. Diese haben das große Verdienst, in der ganzen Frage bahnbrechend vorgegangen zu sein. Der erste ihrer 17 Nationalparke ist schon im Jahre 1832 gegründet worden. Aber sie betrachten die Nationalparke in erster Linie als *Erholungsstätten* für das Publikum, als „playgrounds“ für das Volk, „for the benefit and enjoyment of the people“, so lautet die offizielle Zweckbestimmung der amerikanischen Nationalparke. Es ist eine sehr begreifliche Reaktion gegen das nervenzerrüttende Hetzleben des Amerikaners: es galt zu verhindern, daß die noch vorhandenen weiten Strecken ursprünglicher Natur diesem Zweck entfremdet werden durch die sie schwer bedrohende rücksichtslose Ausbeutung der natürlichen Hilfskräfte des Landes. Es wird denn auch alles getan, um die Parke möglichst zugänglich zu machen: es werden Konzessionen an Hoteliers erteilt und Automobilrouten gebaut (im Jahr 1915 zirkulierten nicht weniger als 22 000 Autos in den amerikanischen Nationalparks¹), das Fischen und „Campen“ (Bivouakieren mit Lagerfeuer) ist erlaubt und wird reichlich ausgeübt. Es wird vom Departement des Innern eine lebhaftete Reklame für den Park entwickelt, unter finanzieller Mithilfe der Eisenbahngesellschaften, welche im Jahr 1916 225 000 Franks für Reklamezwecke spendeten, es werden Vorträge gehalten, Ausstellungen veranstaltet, billige Eisenbahn-

fahrten organisiert. Die Einkünfte aus den Mortortaxen in den Nationalparks betrugen im Jahr 1916 etwa 440 000 Franks und man will sie nach Kräften steigern, um einen möglichst großen Teil der Kosten der Parke, für welche der Kongress für 1917 2 624 000 Franken bewilligt hat, zu decken. Dabei schreckt man aber leider vor einer brutalen Zerstörung wilder landschaftlicher Szenarien nicht zurück: so hat das Militärdepartement mit einem Kostenaufwand von 250 000 Franks eine Automobilroute rings um den großartigen Kratersee im „Crater-Lake National-Park“ (Oregon) bauen lassen! Wie sehr die wissenschaftliche Seite zurücktritt, mag aus dem Umstand erhellen, daß im Crater-Lake-Park der Parkwächter den Verfasser bat, ihm Samen von schweizerischen Alpenpflanzen zu senden, um die Flora des Parkes zu „bereichern“ (d. h. zu verfälschen!²).

III.

Bei der Schaffung des schweizerischen Nationalparks spielte dagegen gerade diese Seite der Schutzmaßregeln eine ganz wesentliche Rolle: die Erhaltung ursprünglichen Lebens. Und damit wird der Park nicht nur eine Quelle des Genusses für den Naturfreund werden, sondern auch der Wissenschaft unersetzliche Dienste leisten. Durch Vertrag ist die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft verpflichtet, die *wissenschaftliche Erforschung* des Parkes durchzuführen. Der betreffende Passus des Parkreglementes lautet folgendermaßen: „Durch die schweizerische naturf. Ges. ist eine umfassende monographische Bearbeitung der gesamten Natur des Parks durchzuführen, die den dermaligen Bestand des Nationalparks darstellt. Die dahergigen Aufnahmen haben mindestens für eine Reihe typischer Standorte zu geschehen und unterliegen einer umfassenden Nachführung, welche die Veränderungen und Verschiebungen der Pflanzen- und Tierwelt in ihrem qualitativen und quantitativen Zusammenhang und in deren Lebensweise festzustellen und die Wege aufzudecken sucht, auf denen sie ihr Gleichgewicht sucht und findet.“

Die nähere Organisation und Durchführung dieser wissenschaftlichen Arbeiten wurde einer von der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft im Jahre 1915 bestellten Kommission von 14 Naturforschern unterstellt: Meteorologen, Geo-

¹ Bei der neuerlichen Schaffung eines besonderen National-Park-Amtes (mit einem Administrations-Kredit von im Maximum 97 000 Franks jährlich) hat man nun allerdings in dem betreffenden Kongreßbeschuß die Erhaltungsidee stärker betont; es heißt dort: Der „National-Park-Service“ habe die reservierten Gebiete zu überwachen in Übereinstimmung mit dem *fundamentalen Zweck* desselben, nämlich der *Erhaltung der landschaftlichen Szenerie, der natürlichen und historischen Denkmäler und der ursprünglichen Lebewesen*; der Genuß dieser Gebiete durch das Publikum ist so zu regulieren, daß sie für den Genuß durch zukünftige Generationen erhalten bleiben. Siehe: Report of the Director of the National Park Service. Washington 1917.

² Siehe: Progress in the Development of The National Parks, by Stephen T. Mather, Assistant to the Secretary of the Interior. Washington, Department of the Interior, Office of the Secretary. 1916.

graphen, Geologen, Botaniker und Zoologen sind in derselben vertreten. Sie hat sich in 4 Subkommissionen (meteorologische, geographisch-geologische, botanische und zoologische) gegliedert und ein einläßliches Arbeitsprogramm entworfen, das vom Bundesrat genehmigt wurde. Es stellt als Hauptaufgabe dar: die Erforschung der Lebewelt des Parks, ihrer Lebensweise und ihrer Entwicklung nach Ausschaltung des menschlichen Einflusses. Diese monographische Bearbeitung hat sich auf folgende Punkte zu erstrecken: Geographische, hydrologische, geologische, klimatologische Verhältnisse, vollständiger Standortskatalog der gesamten Lebewelt, insbesondere auch der Mikroflora und Mikrofauna, Darstellung der typischen Pflanzen- und Tiergesellschaften („Biocönosen“), insbesondere Darstellung der anthropogenen Einflüsse, Studium der Besiedelungs- und Waldgeschichte, Gewinnung biologisch bedeutsamer meteorologischer und bodenkundlicher Daten, auch Studium des Klimas und Bodens auf kleinstem Raum.

Die Untersuchung ist in vollem Gang; im Sommer 1918 arbeiteten im Auftrag der Kommission im Park: 1 Meteorologe, 3 Geographen, 4 Botaniker, 1 Bakteriologe, 8 Zoologen und 2 Forstschutzspezialisten.

Es sind im Park 3 meteorologische Stationen eingerichtet worden: 2 Totolisatoren zur Messung der gesamten Niederschlagsmenge werden aufgestellt, davon einer an der Waldgrenze, ebenso ein Thermoregistrator; es werden in Verbindung mit den Botanikern Beobachtungen über die Dauer der Schneebedeckung an bestimmten Lokalitäten angestellt, um den Zusammenhang der Florula dieser Stellen mit der Dauer der Apherzeit zu studieren, und es sollen ausgedehnte Verdunstungsmessungen angestellt werden: kurz es wird danach getrachtet, eine alte Forderung der Biologen zu verwirklichen, daß die meteorologischen Daten mit Rücksicht auf biologische Fragen gewonnen werden sollen. Die Geographen wollen die absolute Ungestörtheit des Gebietes benützen, um langandauernde Beobachtungen über Wirkungen der Erosion, Solifluktuatation usw. anzustellen. Die Geologie des Gebietes ist in einer umfangreichen trefflichen Monographie der Unterengadiner Dolomiten von *Spitz* und *Dyrenfurt* bereits bearbeitet, erschienen in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz (Lieferung 44, Spezialkarte Nr. 72). Die Botaniker studieren vor allem den großartigen „Verwilderungsversuch“, welchen der Nationalpark darstellt. Die dem Walde abgerungenen Wiesen und Weiden werden allmählich vom Walde zurückerobert werden, die überdüngten Läger werden allmählich ihre Düngerflora verlieren, und es wird überall der ursprüngliche vormenschliche Zustand sich wiederherstellen. Es sind eine ganze Reihe von Standorten in ihrem jetzigen Pflanzenbestand genau aufgenommen worden und die Veränderungen sollen sukzessive studiert werden. Auch die Biologie des Bodens

wird Veränderungen erfahren, ihr Studium hat ebenfalls begonnen. Die Tierwelt soll namentlich in ihren Beziehungen zu den Pflanzenformationen und in ihrer Anpassung an die Veränderungen derselben studiert werden. Daneben läuft, aber als großer Gesamtplan die Aufstellung des vollständigen Inventars der gesamten Lebewelt, eine Aufgabe, die bis jetzt noch von keinem Alpengebiet durchgeführt wurde und reiche Ernte verspricht.

So wird der Park gleichsam zu einem großartigen wissenschaftlichen Naturlaboratorium. Wie *Diels* sehr treffend bemerkt, ist diese Verlegung des Studienraumes in die freie Natur ein dringendes Erfordernis der modernen Biologen. „Dem Herbarium, dem Garten und dem Laboratorium muß das Naturschutzgebiet zugefügt werden, als notwendiges Element des modernen biologischen Forschungsapparates, als charakteristisches Bedürfnis der jüngsten Periode der biologischen Forschung.“

Nicht gering ist aber auch der *ethische* Wert des Schutzgebiets anzuschlagen. Denn bei einer Wanderung in demselben kommt zum Eindruck der ergreifenden Großartigkeit der Landschaft und des Reichtums der Pflanzen- und Tierwelt noch das erhebende Gefühl, daß hier ein ganzes Volk sich das Wort gegeben hat, daß hier für alle Zeiten *Alles für Alle erhalten bleibe*, daß jede Ausnutzung zu materiellen Zwecken, jeder persönliche Vorteil ausgeschaltet ist und ein gemeinsam zu hütendes alpinen Urhelvetien wieder erstehen soll. Diese erzieherische Wirkung im Sinne des Aufgebens von Sonderwünschen im Interesse der Allgemeinheit muß gerade heute als ein fruchtbares Ferment im zu erhoffenden Erneuerungsprozeß der zu materialistisch, zu egoistisch gewordenen Menschheit hoch eingeschätzt werden.

Der skandinavische Geophysikerkongreß in Göteborg (28. — 31. August 1918).

Von Prof. Dr. Adalbert Prey, Prag.

Im August 1918 tagte in Göteborg der Kongreß der skandinavischen Geophysiker. Mitten in den Wirren des Weltkrieges zeigt sich uns ein Bild ruhiger Forscherarbeit. Aus einigen hier vorliegenden Autoreferaten läßt sich ein allgemeiner, wenn auch nicht lückenloser Überblick darüber gewinnen, was den Kongreß hauptsächlich beschäftigt hat. In erster Linie macht sich hier das Bedürfnis nach Zusammenarbeit geltend, was besonders *Sten de Geer* und *Ahlmann* hervorhoben: meteorologische Untersuchungen sind nicht mehr zu trennen von geographischen oder morphologischen, die Nordlichtforschung führt in das Gebiet der modernen Elektrizitätslehre, die ihrerseits wieder mit der Optik in engstem Zusammenhange steht usw. Die Besprechung jener Erscheinungen, welche mit Rücksicht auf die geographische

Lage des Landes den nordischen Physiker besonders interessieren, gab dem Kongreß seine charakteristische Färbung.

Die erste Stelle nimmt hier die *Nordlichtforschung* ein. Gerade diese Erscheinung kann in nordischen Ländern so häufig und glänzend beobachtet werden, daß sie ein Spezialgebiet der nordischen Gelehrten werden mußte. Doch auch hier steht man erst am Anfange. Es wird darauf hingewiesen, wie wenig zahlreich das vorhandene Material ist und wie große Lücken dasselbe noch aufweist, so daß ein einheitliches Bild der Erscheinung noch nicht zu gewinnen ist. *Modin* zeigt an graphischen Darstellungen, daß noch immer die Zahl der beobachteten Nordlichter mit der Zahl der Beobachter steigt und fällt, ein Zeichen, daß die Beobachtung der Nordlichter noch immer eine Sache des Zufalls ist. Mit wenigen, eigens beauftragten Beobachtern könnte weit mehr geleistet werden, als mit einer großen Anzahl von Stationen, die sich mit der Sache nur nebenbei befassen. So hatten im verflossenen Winter 44 Beobachter, welche sich zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellt hatten, 5 Nordlichter mehr beobachtet als die 1000 Stationen der Zentralanstalt. Es sei daher zurzeit noch ganz unmöglich, von der Nordlichtfrequenz eine richtige Vorstellung zu erhalten und Detailfragen über das Auftreten weniger ausgesprochener Perioden zu beantworten.

Von großem Interesse sind die Untersuchungen über die *Höhe der Nordlichter*. *Störmer* berichtet über solche in Christiania aus den Jahren 1916 bis 1918, *Vegard* über die an dem Holde-Observatorium. Die Untersuchungen wurden durch Doppelaufnahmen aus 2 Standpunkten gemacht, wobei die mitphotographierten Sterne die Anhaltspunkte für die Messung bildeten. Besondere Schwierigkeiten bereitet der Vorgang in Christiania, weil die geographische Lage schon sehr südlich ist, und die Nordlichter dort selten und unerwartet auftreten. Es ergab sich, daß die Nordlichter bis etwa 85–90 km (nach *Vegard* bis 100 km) Höhe herabreichen. Die scharfe Grenze zeigt, daß die elektrische Sonnenstrahlung aus mehreren homogenen Strahlengruppen besteht. Wahrscheinlich werden die Nordlichter durch α -Strahlen hervorgerufen. Die Absorption ist wesentlich beeinflusst durch das magnetische Erdfeld. In der Tat sind die Nordlichtstrahlen meist von nahe gleicher Richtung wie die magnetischen Kraftlinien, derart, daß sich die Strahlen spiralig um die Kraftlinien herumwinden. Das deutet wieder auf eine negative Elektronenstrahlung der Sonne. Die Verhältnisse liegen also derart, daß man von einer Lösung des Problems noch weit entfernt ist.

Ein Zusammenhang mit dem Wetter konnte nicht nachgewiesen werden, doch scheint nach *Störmer* die obere Grenze der Höhe der Nordlichtstrahlen mit der Sonnenfleck- und Nordlichthäufigkeit zusammenzuhängen. Er weist auch noch

auf die merkwürdigen in Christiania beobachteten roten Nordlichter hin, die im Jahre 1913 in Finnmarken nicht auftraten, und zu deren Beobachtung eigens rotempfindliche Platten angeschafft werden mußten.

Von *Vegards* Nordlichtforschungen handelt auch *Krogneß'* Bericht über die Tätigkeit des Holde-Observatoriums. Dasselbe wurde durch *Birkelands* Bemühungen in den Jahren 1912/13 ins Leben gerufen und befaßt sich mit magnetischen, elektrischen und meteorologischen Arbeiten. Da das in den 6 Jahren aufgehäufte Material nicht bewältigt werden konnte, entstand aus privaten Mitteln ein geophysikalisches Institut in Tromsø, dessen Hauptaufgabe die Aufarbeitung des Materiales sein sollte, das aber auch zu einer Zentralstation für Sturmwarnung ausgebaut werden wird. Unter den dort geleisteten Arbeiten werden besonders *Vegards* Untersuchungen über den Zusammenhang der Nordlichter mit den magnetischen Stürmen hervorgehoben. Jedes Nordlicht ist von einer magnetischen Störung begleitet, und zwar hat jede Form des Nordlichtes eine ganz charakteristische Störung zur Folge. Merkwürdig ist der Zusammenhang mit der Lichtstärke: diffuse und schwache Nordlichter sind von starken Störungen begleitet, aber nicht umgekehrt. Es scheint dies mit der großen Höhe zusammenzuhängen, in der sich der Vorgang abspielt. Dies ist auch der Grund, warum das Holde-Observatorium in so große Höhe (900 m) verlegt wurde. *Birkeland* hoffte daselbst elektrische Erscheinungen beobachten zu können, welche mit den Nordlichtern und den meteorologischen Vorgängen in Zusammenhang stünden. Ein direkter Zusammenhang ließ sich aber nicht nachweisen. Es scheint vielmehr, daß die magnetischen Störungen und die Nordlichter beide durch die elektrische Strahlung der Sonne hervorgerufen werden. Die magnetischen Störungen sind demnach ein gutes Maß für die Sonnentätigkeit, die ihrerseits wieder das Wetter bedingt. Man hofft, daß sich so Kennzeichen ableiten lassen über das Auftreten von Stürmen in jenen Gegenden nördlich von Island und im Eismeere, aus welchen meteorologische Rapporte nicht vorliegen.

Untersuchungen über *Erdströme* hat *Stenquist* während der totalen Sonnenfinsternis vom Jahre 1914 angestellt und gefunden, daß die Komponente des Stromvektors, die in die Richtung des Fortschreitens der Finsternis fällt, beim Eintreten in den Halbschatten zuerst langsam und dann rascher abnimmt, während die darauf senkrechte Komponente ungeändert bleibt. Es entsteht also eine Drehung des Stromvektors. Nach Verlauf der Finsternis stellt sich wieder die alte Richtung her.

Auch die *Polarisation des Himmelslichtes* bietet ein weites Feld für die Forschung, besonders in höheren Breiten, da die Sonne in den Sommermonaten nicht nur sehr lange am Himmel steht,

sondern auch während der Nachtstunden nur wenig unter den Horizont sinkt. *Stenquist* weist darauf hin, wie diese Untersuchungen zur Bestimmung des sogenannten optischen Klimas führen, in dem Sinne, daß die Polarisierung Kunde gibt von Trübungen der Atmosphäre, Cirrusschleiern usw., Umstände, die auch für Luftkurorte von höherer Bedeutung sind. Es besteht somit die Möglichkeit, aus Änderungen der Polarisierung auf solche des Wetters zu schließen.

Auf Grund der Ballonaufstiege in Lindenberg und Paris und des Materials von Prag, Pawlowsk, Washington und Mount Wilson untersucht *Angström* den Zusammenhang der Temperatur in höheren Luftschichten mit der Reinheit der Atmosphäre und ihrem Transmissions-Koeffizienten. Es ergab sich, daß der Reinheitsgrad der Luft von Jahr zu Jahr Veränderungen unterworfen ist, die sich über die ganze Erde erstrecken, also nicht lokaler Natur sind, ferner daß in höheren Luftschichten mit größerer Reinheit der Luft auch höhere Temperatur verbunden ist. Aus den Beobachtungsreihen von Upsala und Zikawei zeigt sich, daß das Auftreten von Cirruswolken eine deutliche 11jährige Periode hat, welche parallel geht mit der Sonnenfleckenhäufigkeit, und zwar scheint beim Sonnenfleckennaximum eine größere Anzahl von Kondensationskernen in der Luft vorhanden zu sein als beim Minimum.

Der außerordentliche Aufschwung, den das Fliegerwesen im Kriege genommen, hat die Wichtigkeit der *Wettervorhersage* ganz besonders in den Vordergrund gerückt. Daher hat man auch, wie oben erwähnt, schon die verschiedensten Erscheinungen, wie die Nordlichter und die Polarisierung des Himmelslichtes, zu diesem Zwecke herangezogen. Die Wichtigkeit lokaler Prognosen, die durch Ablesen der meteorologischen Instrumente und Beachtung aller anderen äußeren Anzeichen auch ohne Besitz einer synoptischen Wetterkarte gewonnen werden kann, wurde von *Wallgren* betont. Die Vorführung zahlreicher Lichtbilder läßt darauf schließen, daß sich dieser Vortrag für den Zuhörer nicht nur lehrreich, sondern auch genußreich gestaltete. Auch die synoptische Karte erfährt erst durch die Lokalkenntnis dessen, der sie verwendet, ihre notwendige Ergänzung.

Hesselberg weist nach, daß bei den ungeordneten Bewegungen, wie sie die freie Luft zeigt, mit Koeffizienten der inneren Reibung, Wärmeleitung usw. gerechnet werden muß, die etwa $\frac{1}{2}$ Million mal größer sind als sie im Laboratorium gefunden werden. In Zusammenhang damit entwickelt *Hesselberg* ein Programm für die Ausgestaltung der aerologischen Forschung in Skandinavien, dessen Hauptpunkt die Schaffung eines aerologischen Institutes wäre mit der Aufgabe der Wettervorhersage für Flieger und der Teilnahme an den internationalen Pilotballonaufstiegen.

Auch die Niederschlagsverhältnisse scheinen im Norden Erscheinungen zu zeigen, welche bei uns nicht in der Weise auftreten. Nach *Ahlmanns* und *Sandströms* geophysikalischen Untersuchungen in Jötunheim fällt auf der Ostseite des Gebirges nur $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ dessen, was die Westseite erhält. Dieser Umstand hat einen großen Einfluß auf die Gletscher, die alle im Rückgang begriffen sind. Diese zeigen auch sonst einige interessante Erscheinungen: so ein eigentümliches Ausstrahlungsphänomen, derart, daß sich Harsch auf dem Schnee bildet, auch bei Temperaturen bis zu 10° über Null; ferner bildet sich über dem Eis ein kalter Fallwind, analog den großen Stürmen in Grönland. Das idealste Gebiet für solche Untersuchungen scheint das Horungmassiv zu sein, welches bei einer Höhe von 2400 m nur 20 km vom Lysterfjord entfernt ist. Ein Observatorium für klimatologische und glaziologische Forschung wäre hier sehr am Platze.

In diesem Zusammenhange seien auch die Untersuchungen von *Wallén* erwähnt über die Abhängigkeit der Niederschlagsmenge von der geographischen Lage und der Seehöhe im südlichen Schweden. Eine Erhebung um 100 m vermehrt den Niederschlag um 13 %, eine Verschiebung nach E oder N um $\frac{1}{2}^\circ$ vermindert ihn um 12 % resp. 3 %. Dies hängt natürlich eng zusammen mit den Windrichtungen. SW-Schweden steht im Sommer hauptsächlich unter dem Einfluß von SW-Winden, der östliche Teil dagegen von E-Winden, die beide vom Meere kommen. Im Winter ist die Lage umgekehrt. Es entwickelt sich also hier ein eigentliches Monsunsystem.

Über das Verhältnis von Niederschlag und Verdunstung bringt *Wallén* interessante Zahlen, welche aus dem Vergleich von Wasserstand und Wassermenge mit der Niederschlagsmenge gewonnen wurden. Im Gebiete von Lapan rinnen im Durchschnitt 52 % der Niederschlagsmenge ab, während 48 % verdunsten. Abrinnen und Niederschlag variieren mitsammen: von 1000 mm rinnen 570 mm, von 600 mm : 280 mm ab. Bei einer Niederschlagsmenge von 210 mm rinnt nichts mehr ab. Die Zahlen sind natürlich örtlich verschieden. Es kommt dabei nicht nur auf die Niederschlagsmenge, sondern auch auf die Temperatur und die Psychrounterdifferenz an.

Die Verdunstung von Schnee gibt in der Umgebung von Lapan und Bolmän mehr aus als die von Waldflächen, im Gegensatz zu den Angaben des finnischen Forschers *Homén*.

Homberg bespricht die Eisbewegungen im Sommer. Dieselben sind nach einer Erklärung *Whites* dadurch hervorgerufen, daß sich die Spalten der Eisdecke mit Wasser füllen, welches beim Gefrieren sich ausdehnt und die Schollen auseinander und gegen das Ufer drängt. *Homberg* hat in 17 Tagen eine Verschiebung von 40 cm gemessen. Diese Erscheinung wird sehr begünstigt durch schneearme und kalte Winter.

Zum Schlusse sei ein Vorschlag *Isings* zur *Konstruktion eines Schwerkraftmessers* erwähnt. Leider läßt sich aus der kurzen Notiz nichts über die praktische Verwertbarkeit entnehmen.

Der Vergleich mit dem Programm des Kongresses läßt erkennen, daß die dem Referenten zur Verfügung stehenden Auszüge keineswegs vollzählig sind, so daß viele interessante Themen hier nicht zur Besprechung gelangen können. Immerhin dürfte das Gebotene einen Überblick über die Reichhaltigkeit des Materiales und über die Mannigfaltigkeit der gegebenen Anregungen bringen.

Über Sehen und Photographieren durch trübe Medien.

Von Prof. Dr. W. Scheffer, Berlin.

Es ist seit langer Zeit bekannt, daß bei Landschaftsaufnahmen in leichtem Nebel liegende Fernen deutlicher abgebildet werden, wenn man Gelb- oder noch besser Rotfilter in Verbindung

Einen solchen künstlichen Nebel kann man mit einem Niederschlag von Bariumsulfat in farbloser Gelatinelösung oder durch Eingießen von Harzlösungen in Wasser herstellen. Man bekommt so künstliche Nebel, die alle Eigenschaften des natürlichen haben, genau reproduzierbar, handlich und jederzeit gebrauchsfertig sind. Die trüben Lösungen gießt man in planparallele Küvetten, die zum Gebrauch vor Reproduktionsobjektiven bestimmt sind.

Fig. 1 zeigt eine Aufnahme mit weißem Tageslicht auf eine panchromatische Schicht durch einen natürlichen Nebel mittlerer Dichte. Man konnte von der Ferne auch mit bloßem Auge nichts sehen. Fig. 2 ist eine Aufnahme desselben Objektes, ganz unter denselben Umständen, nur wurde ein strenges Rotfilter vor das Objektiv gesetzt. Die Ferne ist jetzt so klar und deutlich zu sehen, als ob überhaupt kein Nebel vorhanden gewesen wäre. Eine weitere mit einem strengen Blaufilter hergestellte Aufnahme zeigt keine Spur einer Bildstruktur.



Fig. 1.

Aufnahmen auf eine panchromatische Schicht durch einen natürlichen Nebel mittlerer Dichte mit weißem Tageslicht.



Fig. 2.

Aufnahmen auf eine panchromatische Schicht durch einen natürlichen Nebel mittlerer Dichte mit strengem Rotfilter vor dem Objektiv.

mit entsprechend farbenempfindlichen Schichten anwendet. Während man mit langwelligem Licht noch ziemlich deutliche Bilder bekommt, zeigen Aufnahmen mit blauem Licht oft schon überhaupt keine Struktur mehr in den Fernen.

Wenn man bei der Betrachtung leicht nebeliger Fernen mit bloßem Auge oder mit Fernrohren Gelb- oder Orangefilter vorsetzt, kann man ähnliches beobachten. Auch hier sieht man mit langwelligem Licht die Struktureinzelheiten der Ferne deutlicher als mit kurzwelligem. Strenge Rotfilter sind zu lichtschwach. Bei geeigneten Versuchsanordnungen kann man aber beweisen, daß bei genügender Helligkeit auch das Auge, ebenso wie die photographische Schicht, mit den längsten Wellenlängen am besten durch den Nebel sieht.

Für genauere experimentelle Untersuchungen mußte zunächst eine Versuchsanordnung geschaffen werden, die den natürlichen Nebel ersetzt.

Ganz dasselbe Ergebnis bekommt man, wenn man mit Farbfiltern durch künstlichen Nebel von entsprechender Dichte photographiert. Fig. 3 und 4 sind Aufnahmen mit einem künstlichen Nebel. Die Küvette mit dem Nebel blieb bei beiden Aufnahmen vor dem Objektiv, 3 ist mit weißem Tageslicht auf eine panchromatische Schicht gemacht, 4 mit einem strengen Rotfilter unter denselben Bedingungen. Fig. 5 u. 6 sind entsprechende Aufnahmen eines künstlichen Testobjektes.

Die genaue Betrachtung der Fig. 1 bis 6 zeigt, daß; wenn überhaupt eine Struktur zu sehen ist, diese auch vollkommen scharf wiedergegeben wird, nur die Helligkeitsgegensätze sind bei den Nebelaufnahmen erheblich vermindert, bei den nicht beigegebenen Blauaufnahmen so sehr, daß überhaupt jede Spur eines Bildes verschwunden ist. Die Aufnahmen 7 und 8 zeigen diese Kontrastverminderung sehr deutlich. Fig. 7 zeigt



Fig. 3.
Aufnahmen auf eine panchromatische Schicht durch einen künstlichen Nebel
mit weißem Tageslicht.



Fig. 4.
Aufnahmen auf eine panchromatische Schicht durch einen künstlichen Nebel
mit strengem Rotfilter.

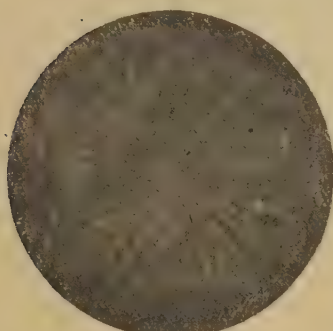


Fig. 5.
Aufnahmen eines künstlichen Testobjektes.



Fig. 6.

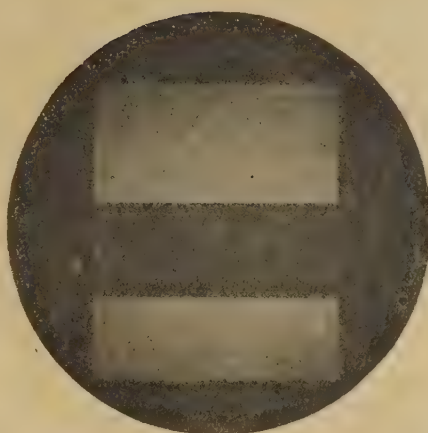


Fig. 7.

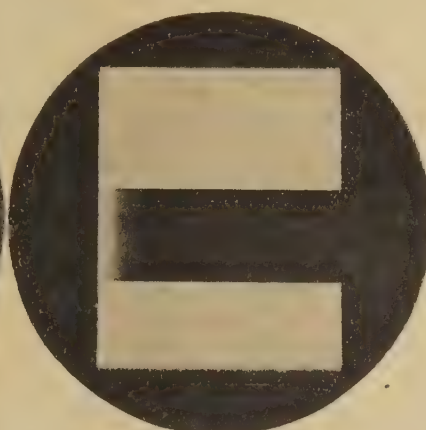
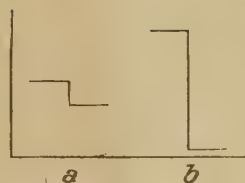


Fig. 8.



Verminderung der Helligkeitsgegensätze bei den Nebelaufnahmen.
Aufnahme Aufnahme
mit blauem Licht ohne Nebel. mit blauem Licht durch künstlichen Nebel.

eine Aufnahme mit blauem Licht und einem künstlichen Nebel, Fig. 8 die Aufnahme desselben Gegenstandes unter denselben Bedingungen, nur nach Entfernung des Nebels. Das Objekt war ein Graukeil mit rasch ansteigender Dichte, der auf einer weißen Unterlage befestigt war. In Fig. 8 ist im Anfang des Keiles seine Gradation zu sehen, in Fig. 7 sind nur die außerordentlich starken Helligkeitsgegensätze zwischen Keil und Unterlage, allerdings sehr schwach, wiedergegeben; von der Gradation des Keiles ist in Fig. 7 keine Spur mehr zu sehen.

Die graphischen Darstellungen a und b unter den Bildern zeigen schematisch die Helligkeitsunterschiede zwischen der Unterlage und dem schwarzen Keil und wie durch Vorschalten des künstlichen Nebels diese Gegensätze sich ver-

Objekt und Objektiv eine diffus strahlende mehr oder weniger undurchsichtige Schicht liegt, deren Wirkung die Aufnahmen 1 bis 6 zeigen.

Die Vorgänge in der schematischen Zeichnung Fig. 9 kann man mit dem Experiment verwirklichen und prüfen. Man erzeugt ein Bündel parallelen weißen Lichtes und läßt es durch eine mit künstlichem Nebel gefüllte Kuvette gehen. Ein Spektrograph wird das eine Mal so aufgestellt, daß das gerade, also unzerstreut geradenwegs durch den Nebel gehende Licht in das Instrument geht (Achse des Spektrographen in Stellung 0°), und das andere Mal so, daß nur von dem Nebel zerstreutes Licht in das Instrument geht (Achse des Spektrographen in Stellung 45°).

Die Fig. 10 zeigt das Ergebnis des Versuches. Je zwei nebeneinander stehende Spektren

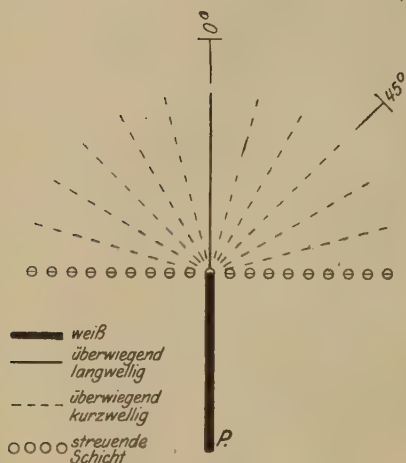


Fig. 9.

Fig. 9 und 10. Diffuse Zerstreuung des kurzwelligen Lichtes durch den Nebel.

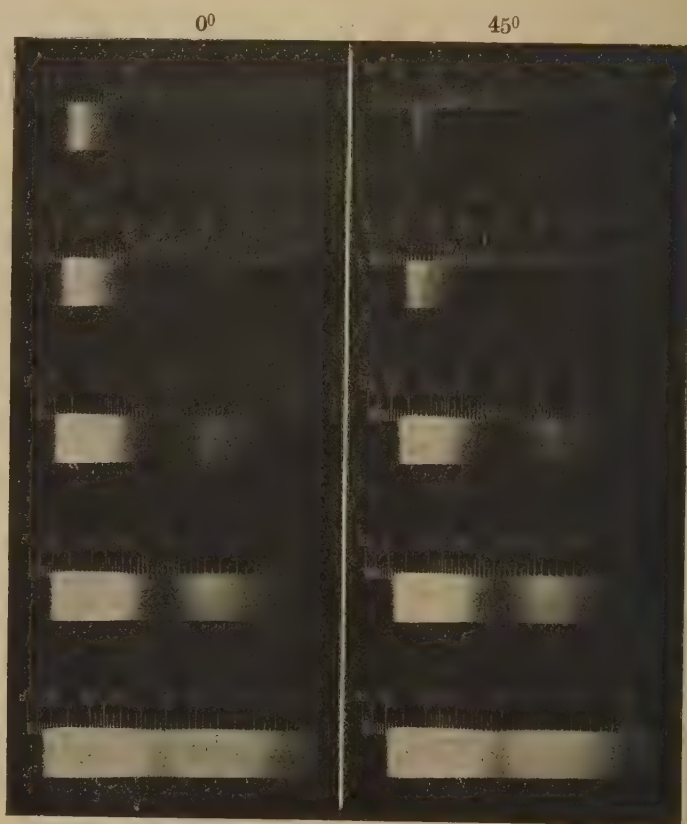


Fig. 10.

ändert haben. Aus dem klaren Weiß ist ein ziemlich dunkles Grau geworden und aus dem tiefen Schwarz ein nur wenig dunkleres Grau.

Fig. 9 gibt eine schematische Darstellung des Vorganges. Von unten her fällt ein enges Bündel weißen Lichtes auf die durch kleine Kreise angedeutete streuende Schicht ein, die hier für den Nebel steht. Ein erheblich überwiegender Anteil des langwelligen Lichtes geht ungestört durch und bewirkt die Abbildung ebenso, als ob der Nebel überhaupt nicht vorhanden wäre. Das kurzwellige Licht wird im Nebel diffus zerstreut, so daß im blauen Licht betrachtet zwischen

sind genau gleich lange belichtet, von oben nach unten nehmen die Belichtungszeiten zu. Man sieht, daß bei 0° das Rot ganz erheblich überwiegt, das Blau dagegen bei 45° ebenso stark gewirkt hat wie bei 0° . Das heißt, das kurzwellige Licht ist im Nebel diffus zerstreut, das langwellige dagegen zum weitaus größten Teil ungestört durchgelassen worden. Die schematische Zeichnung ist also durch den Versuch bestätigt worden.

Bei diesem Versuch wurden noch zwei Bemerkungen gemacht, die vielleicht einiges praktische Interesse haben.

1. Die Spur eines Tyndallkegels ist, wenn sein

Licht weiß ist, im Nebel und in der immer etwas trüben Luft überhaupt auch von der Seite sehr deutlich und weithin zu sehen. Wenn der Tyndallkegel nur rotes Licht enthält, ist von der Seite gesehen keine Spur von ihm, selbst bei starker Trübung bemerkbar.

2. Menschen mit Trübungen der durchsichtigen Medien des Auges, z. B. diffusen Hornhaut- und Glaskörpertrübungen und beginnenden Staaren, sehen mit rotem Licht viel besser. Das rote Licht geht, ganz wie beim Nebel, ungestört durch diese Trübungen hindurch, wenn sie eine genügend feine Struktur haben, und ihre störende Wirkung fällt weg. In manchen Fällen ist die Wirkung geradezu überraschend.

Besprechungen.

Wilhelmi, J., Die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie. Betrachtungen über die mit dem Menschen und Warmblütern in Lebensgemeinschaft als Krankheitserreger oder -überträger vorkommenden Insekten (und Milben) und über den Weg ihrer Bekämpfung. Flugschriften der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie. Nr. 7. Berlin, Paul Parey, 1918. 27 S. und 13 Textabbildungen. Preis M. 1,50 mit 20 % Teuerungszuschlag.

Verfasser bezweckt durch seine Schrift, die Niederschrift eines am 11. Dezember 1917 in der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin gehaltenen Vortrages, „die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie in das rechte Licht zu setzen und die Biologie als ihre Grundlage zu kennzeichnen“, eine gewiß dankbar zu begrüßende Aufgabe in einer Zeit, wo die angewandte Entomologie und besonders ihr medizinischer Zweig immer mehr an Bedeutung gewinnt. Ob dieser Zweck aber durch eine bloße Aneinanderreihung von biologischen Tatsachen, wie sie der Verfasser gibt, erreicht wird, muß stark bezweifelt werden. Eine Einführung in die medizinische Entomologie ist noch keine Darlegung ihrer hygienischen Bedeutung. Dazu bedarf es einer sorgfältigen Auswahl und besonderen Hervorhebung von Punkten, die das allgemeine Volkswohl betreffen. Diesem Ziel kommt z. B. Göldis 1913 erschienene Schrift „Die sanitär-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Gliedertiere“ schon viel näher. Manche wichtige in der Zwischenzeit erfolgte Forschungen hat sich der Verfasser nicht zu eigen gemacht. So wird die ganze in neuerer Zeit zu so großer Bedeutung gelangte Gasbekämpfung der Schadinsekten nur durch den Satz erwähnt: „Schon erfolgreicher sind chemisch-physikalische Maßnahmen, wie Absengung, Ausräucherung und Begasung (Cyanwasserstoff), namentlich gegen Mücken.“ Gegen letztere hat man nun gerade mit der Begasung am wenigsten ausgerichtet, zumal da man festgestellt hat, daß nur der kleinste Teil der Mücken in Kellern usw. überwintert.

Doch zum kurzen Inhalt der Arbeit. Nach Aufzählung der bei den Gliedertieren vorkommenden Warmblüterparasiten kommt Verfasser zu einer Besprechung der verschiedenen Formen des Parasitismus, wobei eine besondere Bedeutung in der Lebensgemeinschaft der Parasiten mit ihren Wirtstieren, den sogenannten Tropismen (Thermo-, Helio-, Rheotropismus u. a.), zugeschrieben wird. Auffallend ist mir die Angabe des Verfassers, „daß der Menschenfloh es öfter

versucht, seine ganze Entwicklung vom Ei bis zur Imago auf dem Menschen selbst zu vollziehen, was ihm freilich nur bei sehr schmutzigen Menschen gelingt“. Eine derartige Entwicklung des Menschenflohs ist gerade außerordentlich selten und mir, obwohl ich zahlreiche derartige Untersuchungen angestellt habe, aus eigener Erfahrung nicht bekannt; auch in der ganzen Aphanipterenliteratur findet sich nur eine einzige diesbezügliche Angabe, aus der vielleicht der Verfasser seine Schlüsse zieht (R. Bergh, Die Flohlarve als Pseudoparasit des Menschen. Monatsschr. f. prakt. Dermatologie 1885, Bd. IV. S. 209—215). Oder hält der Verfasser die Tatsache der Eiablage auf dem Wirtstier für einen Versuch des Flohs, seine ganze Entwicklung auf jenem durchzumachen?

Dann wird die pathogene Bedeutung der als Krankheitserreger und -überträger wirkenden Insekten und Milben sowie die Art der Krankheitsübertragung besprochen, ein Abschnitt, der weit mehr hätte hervorgehoben werden können.

Eine kurze Angabe der wichtigsten Literatur (Verfasser verweist nur auf drei Veröffentlichungen von sich) wäre für den, der sich genauer mit dem überaus interessanten Gegenstand beschäftigen möchte, angebracht. Hoffentlich wird dieser und andere Nachteile der doch lesenswerten Schrift in der anderen Orts vom Verfasser angekündigten ausführlicheren Bearbeitung desselben Gebiets ausgemerzt.

B. Harms, Berlin.

Henrich, F., Theorien der organischen Chemie. 3. Auflage. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1918. XIV, 500 S. und 22 Abbild. Preis M. 19,20.

Das ursprünglich unter dem Titel: „Neuere theoretische Anschauungen auf dem Gebiete der organischen Chemie“ 1908 erschienene Henrichsche Werk, das bereits in seiner 2. Auflage (1912) eine wesentliche Ausgestaltung unter Vereinfachung des Titels erhalten hatte, ist auch jetzt wieder nicht unwesentlich erweitert worden. Während Programm und Anlage nicht berührt wurden, haben doch fast alle Kapitel durch Heranziehung des seither erschienenen wichtigeren Materials Ergänzungen erfahren, mehrere sind auch überarbeitet, neu gegliedert oder unter neuem Stichwort eingeschaltet worden. So wird ein kleines Kapitel über „Neuere Ansichten über die gegenseitige Einwirkung von Molekülen aufeinander“ eingefügt, in welchem anschließend an Kekulé's Ansichten über die Anlagerung und den Zerfall ungleichartiger Moleküle der Arbeiten von P. Pfeiffer gedacht wird sowie jener von Reddelien, die sich auf die Pfeiffersche Halochromietheorie stützen. Die drei einleitenden Kapitel, die eine gedrängte historische Übersicht der Entwicklung der älteren Theorien geben, sind naturgemäß wenig verändert, immerhin auch durch einige Beispiele und Hinweise aus neuesten Untersuchungen ergänzt. Im Abschnitt über die Partialvalenzen sind die Arbeiten Ständingers über Autoxydation von Aldehyden hinzugekommen. Der Abschnitt über Substitutionsprozesse ist nunmehr Benzolfragen betitelt und behandelt im Anschluß an die Diskussion des Cyclooctatetraens von Willstätter und Waser von neuen Arbeiten jene Wielands über Additionsverbindungen als Zwischenprodukte der Substitution, jene von Dimroth und von K. H. Meyer über den Mechanismus der Kupplung von Diazoverbindungen, ferner die Frage der metachinoiden Verbindungen. Im Kapitel über physikalisch-chemische Einflüsse werden die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und spektrochemischem Verhalten an

Hand der neuen Arbeiten von *Auwers* ausführlicher behandelt, im Unterabschnitt über Konstitution und optischem Drehungsvermögen noch jene von *H. Rupe* und von *Hilditsch* referiert. Von den 3 Kapiteln, die den Theorien von *J. U. Nef*, *A. Michael* und *A. Werner* gewidmet waren, sind die beiden letzteren textlich kaum geändert worden, die Wernerschen Ansichten aber gegen den Anfang des Werkes verlegt. Die Anschauungen *Nefs* über die wechselnde Wertigkeit des Kohlenstoffs werden an die Spitze eines neuen Kapitels gesetzt, in welchem das interessante Gebiet der freien organischen Radikale die ihm gebührende Beachtung findet. An die Besprechung der Triarylmethyle (*Gomberg*, *Schmidlin*, *Schlenk*) reiht sich jene des Diphenylstickstoffs und ähnlicher Verbindungen mit zweiwertigem Stickstoff, wie sie *Wieland* bei der Spaltung bitertiärer aromatischer Hydrazine gewann.

Das große und vielbearbeitete Gebiet der Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution ist jetzt in kleinere Abschnitte übersichtlicher gegliedert und ebenfalls auf den neuesten Stand der Forschung gebracht. Die Theorie der Indikatoren ist vom Hauptkapitel ganz abgetrennt und durch *Hantzschs* Anschauungen über die Formulierung der Erscheinungen beim Farbumschlag der Azofarbstoffe (Methylorange) ergänzt. Im Schlußteil sind die elektrochemischen Ansichten von *J. Stark* neu bearbeitet, textlich erweitert und mit neuem Material an graphischen Erläuterungen versehen.

Die kritische Auswahl des Stoffes und die bewährte Zuverlässigkeit der Zitate wie der ganzen Darstellung haben dem Heinrichschen Werke seine große Nachfrage verschafft und ihm gestattet, in verhältnismäßig recht rascher Folge neu zu erscheinen. Dadurch wird erfreulicherweise das sonst nicht ganz einfache Auf-dem-Laufenden-Bleiben auf diesem Gebiete sehr erleichtert. Bei dem regen Interesse, das man stets den Problemen und Spekulationen über den Bau der Kohlenstoffverbindungen entgegenbrachte und das allem Anscheine nach auch heute ungemindert besteht, dürfte auch der neuen Ausgabe der gleiche Erfolg beschieden sein. Die äußere Ausstattung ist auf der alten Höhe.

Georg Trier, Zürich.

Bauer †, Rudolf, Reduktion und Hydrierung organischer Verbindungen. Nach dem Tode des Verfassers zum Druck fertiggestellt von *H. Wieland*. Leipzig, Otto Spamer, 1918. VIII, 324 S. und 4 Abb. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 24,—.

Das vorliegende Werk ist als weiterer Band in der von Prof. *Ferd. Fischer* (†) herausgegebenen Sammlung „Chemische Technologie in Einzeldarstellungen“ des Verlags Otto Spamer, Leipzig, erschienen.

In der Einleitung behandelt *Wieland* mit wohlthuender Klarheit die Auflösung des etwas vieldeutigen Sammelbegriffes „Reduktionsvorgang“ in die schärfer definierten Teilbegriffe „Desoxydation“ und „Hydrierung“ und zeichnet mit wenigen kräftigen Strichen die weitgehende Bedeutung der Reduktionsvorgänge in Natur und Technik.

Das eigentliche Werk hat der verstorbene Verfasser, *Rudolf Bauer*, ziemlich vollendet hinterlassen. Er behandelt darin mit außerordentlichem Fleiß und großer Gewissenhaftigkeit all die zahlreichen Reduktions- und Hydrierungsvorgänge, welche bei organischen Verbindungen, speziell in der organischen Großindustrie, eine Rolle spielen. Das Wertvollste an dem Buch und für den Praktiker wie Theoretiker gleich willkommen ist die umfassende Berücksichtigung der sonst schwer zu

überblickenden Patentliteratur all der in Betracht kommenden Gebiete, neben der aber auch rein wissenschaftliche Fragen gegebenenfalls zu ihrem vollen Recht kommen. Das Werk kann deshalb bestens empfohlen werden.

Zum Unterschied von den Handbüchern für organisch präparatives Arbeiten, wo Anwendungsform und Anwendungsgebiet der verschiedenartigen Reduktionsmittel behandelt sind¹⁾, liefert bei dem vorliegenden Werk entsprechend dem technischen Zuschnitt die chemische Körperklasse das Einteilungsprinzip: der Stoff ist nach den ungesättigten Atomgruppen angeordnet, welche der Reduktion unterliegen können.

In erster Linie wird auf völlig moderner Grundlage und unter Berücksichtigung auch der neuesten Literatur die Hydrierung mehrfacher Kohlenstoffbindungen in Azetylen, Aethylenen und ungesättigten Fetten (Fett-härtung) besprochen. Daran schließt sich die Reduktion von Karboxylgruppen in Aldehyden und Ketonen, besonders Küpenfarbstoffen, ferner von Karbonsäuren. Es folgt dann ein umfangreicher, wohlgelungener und reich mit Beispielen aus allen Gruppen versehener Abschnitt über Reduktion aromatischer Nitroverbindungen, ferner Kapitel über die Reduktion von Nitroso-, Azo- und Azomethin-Verbindungen, von Schwefelfarbstoffen und Arsenderivaten sowie eine Zusammenstellung über die reduktive Elimination von Halogen- und Sulfogruppen aus dem aromatischen Kern. Dabei war der Verfasser erfolgreich bemüht, nicht nur typische Beispiele zu bringen, sondern möglichst alle praktisch wichtigeren Fälle wenigstens zu berühren. Bei den Kapiteln über die Anwendung von Küpen- und Schwefel-Farbstoffen wäre vielleicht eine noch eingehendere Berücksichtigung der neuesten praktischen Arbeitsmethoden, z. B. bei den verschiedenartigen Typen von Anthrachinonfarbstoffen oder bei Hydronblau, wünschenswert gewesen.

R. Pummerer, München.

Supan, Alexander, Leitlinien der allgemeinen politischen Geographie. Leipzig, Veit & Comp., 1918. VI, 140 S. und 3 Karten. Preis M. 5,—.

Supan schreibt im Vorwort zu seiner Schrift, sie sei hervorgegangen aus der Überzeugung: „einerseits, daß die einseitige morphologische Entwicklung die Geographie ihrem innersten Wesen immer mehr entfremde, andererseits, daß die politische Geographie, um ein Gegengewicht bilden zu können, auf neue Grundlagen gestellt werden müsse“. Damit hat der Verfasser recht. Politische Geographie ist Staatsgeographie, und der Staat „ist uns ein aus zwei untrennbar miteinander verbundenen Elementen, Land und Volk, bestehendes Naturwesen“. Für Laien bedeutet Geographie: oberflächliche Länderbeschreibung mit reichlicher Beimischung staatsrechtlicher und statistischer Daten, verbunden mit Ortskunde. So hat der alte *Büsching* vor 150 Jahren die Sache angefangen, und diese unorganische Mischung ist für das populäre Empfinden heute noch die geographische Essenz. Als Reaktion dagegen entstand die moderne Geographie, die alles, was nicht mit der Erkenntnis der physischen Verhältnisse der Erdoberfläche zu tun hat, im Grunde als unerwünschten Ballast betrachtet und in ihren

¹⁾ *Th. Weyl*, Methoden der organischen Chemie, Leipzig 1911, Bd. II, 1. Oxydation und Reduktion, bearbeitet von *R. Stoermer*. Ferner *Lassar-Cohn*, Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien, Hamburg und Leipzig 1907. Spezieller Teil. Reduzieren S. 1142.

radikalsten Vertretern so weit vorgeschritten ist, den Menschen und seine ganze staatenbildende und wirtschaftliche Tätigkeit aus der Geographie hinauszuweisen.

Demgegenüber behandelt *Supan* die Hauptschöpfung des Menschen, des von *Aristoteles* sogenannten „staatenbildenden Wesens“, den Staat, in seiner Abhängigkeit von den physischen Bedingungen, die ihm die Erde bietet: Gestalt und Größe, Lage, physische, völkische und wirtschaftliche Struktur der Staaten; endlich den Einfluß der wirtschaftlichen auf die politische Struktur. Die Methode der Darstellung ist die, daß zuerst das allgemein Mögliche und Vorhandene charakterisiert und dann aus dem politisch-geographischen Tatsachenmaterial die Belege beigebracht werden. Als die gelungensten Kapitel möchte ich die beiden über den politischen und physischen Aufbau des Staates hervorheben, wenn auch in dem Abschnitt über die politische Struktur manche Ausführungen stark überholt sind, zum Beispiel über Österreich-Ungarn. Geistreich ist auf S. 59 ff. die Aufstellung des Begriffs „Druckquotient“, der abgeleitet wird „aus der Division der Bevölkerungssumme aller unmittelbaren Nachbarstaaten durch die Bevölkerungsziffer des umgrenzten Staates“. Diese Formel ist, wenn auch mit Ausnahmen, in der Tat brauchbar für den Ausdruck der politischen Lage. „Wenn es auch der Politik nicht immer gelingen wird, dem Anwachsen des Druckes von außen einen Riegel vorzuschieben, so bleibt es doch stets die Aufgabe, der sich kein Staat entziehen darf, den Gegendruck von innen zu verstärken. Kinderreichtum ist der sicherste Weg dazu“ (S. 61). S. 83 scheint es, als ob die Albaner zu den slawischen Völkern gezählt werden sollen, was wohl nur Flüchtigkeit des Ausdrucks ist.

P. Rohrbach, Berlin.

Arlt, Th., Handbuch der Palaeogeographie. Bd. I: Palaeoaktologie. Erster Teil: Bogen 1—20. Leipzig, Gebr. Bornträger, 1917. 320 S. Vorzugspreis M. 16.—.

Dem 1907 veröffentlichten Werk über die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt läßt der nach wie vor mit erstaunlichem Fleiße auf gleichem und anderen Gebieten wissenschaftlich tätige Verfasser nunmehr ein eingehendes und allseitiges Handbuch der in letzter Zeit mehr als früher gepflegten und selbständig entwickelten Palaeogeographie folgen. Vorerst liegen nur die ersten 20 Bogen des I. Bandes vor, welches die sogenannte *Palaeoaktologie*, d. h. die Lehre vom Verlauf der alten Küstenlinien (nach $\eta \text{ ἀκτὴ} = \text{die Küste}$), sowie einen einleitenden *allgemeinen Teil* (über Geschichte der palaeogeographischen Rekonstruktionen, Bedeutung palaeogeographischer Karten, Definition der Palaeogeographie usw.) enthält.

Nach *Arlt's* Auffassung hat sich der Palaeogeograph nicht, wie früher meist geschehen, lediglich auf die Feststellung vom Küstenverlauf in vergangenen Erdperioden zu beschränken, sondern *Arlt* faßt die Palaeogeographie als eine allseitige Geographie der Vorzeit auf, welche Berge, Vulkane, Flüsse, Seen, Klima und vor allem auch die Lebewelt der vergangenen Perioden in den Bereich ihrer Forschung zu ziehen hat. Dementsprechend kennt der Verfasser neben der Palaeoaktologie des vorliegenden I. Bandes, erster Teil, auch eine Palaeogeographie, Palaeovulkanologie, Palaeohydrographie, Palaeoklimatologie und Palaeobiogeographie. Letztere Gebiete soll der II. Band enthalten.

Soweit die erste Hälfte des I. Bandes zu urteilen gestattet, wird der Verfasser dem äußerst umfassenden

den Gebiet durch ein erstaunlich reiches Tatsachenwissen und eine vorsichtige, kritische Verwertung der Folgerungen aus diesem reichen Wissensschatze weitgehend gerecht. Besonders interessant versprechen die durch ausführlichere Erläuterung im Text begleiteten Versuche der Rekonstruktion von Erdkarten für die einzelnen geologischen Zeitalter zu werden, wie sie für Cambrium und Silur auf Seite 301—320 bereits begonnen worden sind.

Das *Arlt'sche* Buch stellt sich dar als eine wertvolle Ergänzung zu dem kurz vorher (Jena 1915) erschienenen schönen Werk von *Edg. Daqué*: Grundlagen und Methoden der Palaeogeographie, dies um so mehr, als der Inhalt des letzteren Buches mehr methodischer und grundsätzlicher Art ist, während *Arlt's* Lehrbuch auch in die Details der palaeogeographischen Untersuchung und ihrer Ergebnisse eindringt.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Olivenölgewinnung in Österreich und ihre Verbesserung. (*J. Bolle, Wiener Landwirtschaftliche Ztg.*, 68. Jahrg., Nr. 64.) Der Ölbaum wächst längs der ganzen Adriaküste von Triest bis Griechenland. Sowohl in Istrien als in Dalmatien, auf dem Festland wie auf den Inseln, gibt es ausgedehnte Ölbaumhaine, welche den Hauptertrag für die dortige Bevölkerung bilden. *Bolle* schätzt die gegenwärtige österreichische Olivenernte auf mindestens 70 000 Doppelzentner und in guten Jahren dürfte sie 100 000 dz betragen. Der sehr vernachlässigte Baumschnitt ist die Ursache, daß die Erträge sehr unregelmäßig ausfallen. Außerdem sind die geringe Düngung und die häufige Beschädigung durch die Fliegen *Dacus olea* an den Oliven als weitere Ursachen anzusehen, daß die Olivenernte gegenüber anderen Ländern sehr zurückbleibt. Und worin liegt die Schuld an dem geringen Werte des gewonnenen Öles? Dies sollen folgende Umstände erklären: In unserem Klima reift die Olive nicht gleichzeitig wie die Frucht der Obstbäume, sondern allmählich von November bis Mai. Die Ernte wird durch den Reifezustand erleichtert, indem die reifen Früchte vom Baum zu Boden fallen oder abgeschlagen werden. Die mit der Hand erreichbaren sammelt man mit Hilfe von Leitern. Der kleine Landwirt kann täglich nur wenige Hektoliter sammeln. Zu Hause wirft er sie in einen größeren Behälter. Unwetter und andere Arbeiten unterbrechen oft die Olivenlese. So dauert die Lese bis zum Frühjahr, selbst bis in den Juli hinein. Was ist die Folge eines solchen Vorgehens? Die reifen Oliven sind weich und erfahren eine Quetschung in den Säcken während des Transportes. Zu Hause werden sie in Bottichen angehäuft, wo sich schon früher gesammelte Oliven befinden. Alle zusammen bilden einen ausgezeichneten Nährboden für verschiedene Gärungs- und Fäulnisorganismen, welche sich rasch vermehren, um unter Erwärmung bis auf 60° C die Fruchtsäfte zu zersetzen und in eine stinkende schwarze Jauche zu verwandeln, wobei auch das edle Öl in Mitleidenschaft gezogen wird, denn es zersetzt sich hierbei in Ölsäure und andere freiwerdende Fettsäuren. Wenn diese Masse unter Kollersteinen gemahlen und die Pressung des Mehlgutes vorgenommen wird, gewinnt man ein Öl von widerwärtigem Geschmack, an welches sich nur die Bauern gewöhnen können und das so stark ranzig ist, daß man es keinesfalls als Tafelöl in den Handel bringen kann.

Wie ranzig es ist, beweist der Umstand, daß das Arsenal in Pola, das viel Öl als Schmiermittel benötigt, dieses Öl nicht brauchen kann, weil es die Achsen und Zapfenlager der Maschinen zu rasch angreift. Das Preßgut wird nach der ersten Pressung unter Zugabe siedendheißen Wassers nochmals gepreßt und liefert ein ordinäreres Öl als das zuerst gewonnene, das man nicht genießen, sondern nur zum Beleuchten verwenden kann. Noch andere Umstände tragen dazu bei, das kostbare Produkt des Ölbaums zu entwerten: Alle Behelfe, Geräte und maschinellen Vorrichtungen, welche in Berührung mit dem Mahl- oder Preßgut gelangen, trinken sich mit der fettigen und faulen Jauche voll und sind nicht mehr von ihrem üblen Geruche zu befreien. Wenn sie nun mit neuen, unverdorbenen, frisch gesammelten Oliven in Berührung kommen, so erfolgt unabweislich eine wahre „Infektion“ des neugewonnenen Öles, weil dieses alle üblen Gerüche in sich aufsaugt und sie nie mehr verliert. So sind die Mehrzahl der sogenannten *Torchi da olio*, d. s. die Ölpresen, worin zugleich die Olivenmühle inbegriffen ist, an der österreichischen Adria beschaffen und es ist deshalb kein Wunder, daß der Handel ihre Produkte sehr gering bewertet und daß die ganze einheimische Ölbaumkultur kaum ein Drittel des Wertes abwirft, als sie abwerfen könnte. Ohne große Schwierigkeiten und ohne große Investitionen ließen sich Verbesserungen einführen und Verluste vermeiden, einfach durch richtige Verwendung der vorhandenen Ernte und deren Verarbeitung mittelst der bestehenden maschinellen Behelfe und durch einfache Nachahmung des Vorganges der in *Toscana*, an der *Riviera* und in der *Provence*, in Südfrankreich, sowie in gewissen Gebieten *Spaniens* und nicht minder im fernen Westen von Nordamerika, in Kalifornien, üblich ist. Dieser Vorgang ist nichts anderes als eine peinliche Reinlichkeit von der Lese bis zum Verkauf des Öles und eine rasche Verarbeitung der im reifen Zustande gelesenen Oliven. Beide Bedingungen sind unerlässlich, um ein feines Tafelöl zu erzeugen. Allerdings besteht die Schwierigkeit, daß der Landwirt nicht im Stande ist, innerhalb weniger Tage seine Olivenernte einzubeimsen und sie rasch auf einmal zu verarbeiten. Nur Großgrundbesitzer, denen genug Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, können so etwas bewältigen, vorausgesetzt, daß sie selbst Mühle und Ölpresen besitzen und nicht nach einem bestimmten Turnus ihre Ernte in einer fremden Einrichtung verarbeiten. Da kann nur eine Trennung der Produktion der Oliven von der Gewinnung des Öles helfen, und tatsächlich hat *Bolle* in Dalmatien, wo dieser Vorgang eingeführt ist, prächtige Erzeugnisse gefunden, aber es waren nur einzelne Orte, in denen es zu keiner größeren Entwicklung Geldmangels halber kam. — Der Bauer hat die irrige Meinung, daß die Oliven durch das Lagern sich mit Öl bereichern, obwohl das Umgekehrte der Fall ist, denn durch die Gärung und Fäulnis wird ein Teil des Öles ranzig und die entstandene Ölsäure löst sich in den Fruchtsäften auf und geht verloren. Allerdings liefert 1 Hektoliter frisch gesammelter Oliven weniger Öl als 1 Hektoliter lagernder, aber dabei muß man wohl den großen Wasserverlust und demnach die Volumverminderung durch Einschrumpfen in Rechnung ziehen, was der Bauer nicht verstehen will, ehe er sich überzeugt hat, daß 100 kg frische, harte Oliven ebensoviel oder gar mehr Öl liefern, wenn sie sofort gepreßt werden, als solche, die einige Monate lagerten. Nach Gewicht also und nicht nach Volumen hat der Ölertrag der Oliven gemessen zu werden. Hat der Bauer das Vertrauen gewonnen, dann können durch

behördlich beaufsichtigte Olivenmühlen Produzent und Industrieller vor gegenseitiger Übervorteilung geschützt werden, und die Grundlage einer einträglichen Industrie ist geschaffen. — Ähnliche Verhältnisse wie an unserer Ostküste der Adria, herrschten auch an ihrer Westküste, bis ein Franzose einen Umschwung brachte, welcher die ganze Produktion Süditaliens mit einem Schlage verbesserte. Nach ihm sammelt man die Olive bevor die Erweichung des Fruchtfleisches beginnt, das ist wenn sie noch grün ist und noch jene Härte besitzt, die jede Verletzung und Quetschung, sei es beim Falle oder bei der Verpackung oder dem Transport, ausschließt. So wird in *Apulien* eine ausgedehnte Ölbaumkultur sehr rationell betrieben. Die Olivenmühlen und Ölpresen sind auf höherer Stufe als bei uns; dafür sorgen Maschinenfabriken in Bari, Neapel, Florenz und Bologna. Nach der ersten Pressung mit eisernen Spindelpresen erfolgt die zweite Pressung ohne Anwendung von Wasser, und der Ölmost, so nennt man die trübe Flüssigkeit, die aus den Pressen ausfließt, wird von jeder Pressung gesondert aufgefangen. Er bleibt solange stehen, bis sich das Öl an der Oberfläche ansammelt und dieses dann durch Siphons oder Dekantiervorrichtungen von der untenstehenden, wässrigen Flüssigkeit, der *Morchia*, abgeschieden wird. Man zieht eine Selbstklärung des Öles einer Filtration vor, denn es wird durch sie zu sehr der Luft ausgesetzt und dadurch „entnervt“, d. h. es verliert an Geschmack und Aroma. Die ölhaltigen Preßrückstände, *Sanse*, werden an Fabriken verkauft, welche sie mit Schwefelkohlenstoff extrahieren. W.

Eine Knallgasexplosion in der Stahlflasche. Infolge der durch den Krieg bedingten großen Ansprüche an die Industrie und der hiermit verknüpften Lockerung der strengen Vorschriften mehrten sich in letzter Zeit leider die Unfälle beim Arbeiten mit verdichteten Gasen. Über den Hergang einer solchen Explosion im Eisenbahn-Werkstättenamt zu Darmstadt und die sich daraus ergebenden Lehren berichtet Prof. Dr. Wöhler in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1917, Bd. I, S. 174. Seine Ausführungen sind als allgemeine Warnung für weitere Kreise von Interesse. Eine leere Sauerstoffflasche war von dem liefernden Werke versehentlich mit Wasserstoff gefüllt worden. Der Verbraucher, der den Irrtum bemerkte, sandte die Flasche an das Werk zurück, wo die Flasche nun mit Sauerstoff gefüllt wurde, ohne daß aber der Wasserstoff vorher aus der Flasche entfernt wurde. Bei der Verwendung dieses Gasgemenges trat dann natürlich eine schwere Explosion ein.

Die Untersuchung des Vorfalles hatte ein sehr bemerkenswertes Ergebnis. Zunächst muß man sich fragen, wie ist es möglich, daß eine Sauerstoffflasche mit Rechtsgewinde mit Wasserstoff gefüllt werden konnte. (Bekanntlich müssen Wasserstoffflaschen mit Linksgewinde versehen sein.) Es zeigte sich nun, daß die falsche Füllung der Flasche auf die Verwendung einer eisernen Verschlußmutter zurückgeführt werden muß, wie sie infolge des Krieges neuerdings anstelle von solchen aus Messing oder Rotguß verwendet werden. Diese eisernen Verschlußmutter sind nicht nur imstande, das Messinggewinde des Ventilstutzens zu überdrehen und zu verderben, sondern auch es direkt zu überschneiden, wenn man eine eiserne Verschlußmutter mit falschem Gewinde benutzt. Dieser letztere Umstand ist natürlich recht gefährlich, und in der Tat ergab die Untersuchung des Verschlußventils der explodierten Stahlflasche, daß es durch ein Linksgewinde überschritten worden war. Vermutlich hatte ein unwissender

Arbeiter mit Hilfe eines Schraubenschlüssels eine eiserne Verschlußmutter entgegengesetzt aufgeschraubt, so daß auf das in dieser Weise überschrittene Gewinde der Stahlflasche nunmehr sowohl ein Reduzierventil mit Rechtsgewinde als auch ein solches mit Linksgewinde aufgeschraubt werden konnte. Auch die sonstigen Vorschriften zur Verhütung von Unfällen, so namentlich auch die Bestimmung, daß mit brennbaren Gasen gefüllte Flaschen einen roten Anstrich erhalten sollen, wurden im vorliegenden Falle außer Acht gelassen.

Ein Schutz gegen derartige folgenschwere Verwechslungen wäre die Verwendung von Verschlußmuttern aus nur solchem Material, das nicht härter als das Ventilmaterial ist, sowie das Verbot, die Muttern auf die gefüllten Flaschen mit Hilfe des Schraubenschlüssels aufzudrehen, weil hierbei das Gewinde der Flasche leicht überdreht oder überschritten wird, was beim Aufschrauben der Muttern mit der Hand nicht möglich ist. Der Verbraucher des Gases sollte sich andererseits durch vorgängige Untersuchung einer kleinen, aus der Flasche entnommenen Probe unbedingt davon überzeugen, daß die Art des Gases wirklich der Aufschrift auf der Flasche entspricht, bzw. ob das Gas brennbar ist oder nicht. Nur so lassen sich derart schwere Unglücksfälle wie der vorstehend geschilderte wirksam verhüten.

Askania nova. Diesen Namen führt das Stammgut der Familie *Falz-Fein* in Südrußland, das einen der großartigsten und eigenartigsten Privattiergärten umschließt. *Karl Soffel* besuchte dieses Gebiet vor dem Kriege und gibt im *Kosmos*, Band 15, Heft 5 seine dort gewonnenen Eindrücke wieder. Der Umfang der Baulichkeiten des Gutes kommt dem eines stattlichen Dorfes gleich, etwa 2000 Menschen bergen alljährlich die Ernte und an 50 000 Merinoschafe weiden das knappe Gras der Stipa-Steppe. Die freilebende Tierwelt dieser Steppe zeigt noch ursprünglichen Charakter. Hier ist die Heimat des Ziesels, des Pferdespringers, der Lerchen, Wachteln, Trappen, Kraniche, vieler seltener Raubvögel und anderer Tierformen. Ein großer, wenn nicht der größte Teil aller Zugvögel, die im europäischen Rußland brüten, kommt alljährlich zweimal hier durch. Askania liegt mitten in der Straße der Millionen gefiederter Wanderer, die von Kleinasien kommen und, das Schwarze Meer überfliegend, nordwärts ziehen; Tierformen, die in ihrer Heimat zu den selten gesehenen gehören, sind hier gemein; tagelang lebt der Vogelfreund bei seinem ersten Besuche hier wie im Rausch. Auf den Grasplätzen und Wegen tummelt sich die liebliche Dorcas-Gazelle, Kronenkraniche ziehen durchs lichte Jungholz, eine australische Mähngans gibt uns nur widerwillig den Weg frei. Über uns im Gezweige gurren Schopftauben, treiben Wellensittiche und Haubenkakadus ihr Wesen. Buschpartien, Rasenflächen und ein kleiner Wasserlauf wimmeln von Vögeln, das durch Schreien, Singen, Plätschern sein Wohlbehagen zu erkennen gibt. All das bunte Leben aufzuzählen, das den künstlichen Steppensee mit seinen baumbestandenen Inseln bedeckt, hieße eine fast vollständige Liste aller europäischen und vieler fremdländischen Schwäne, Gänse und Enten geben. In einem heideartigen Gebiet sind Remisen angelegt, in denen Bennett- und Rothalskängurus ihr heimliches Wesen treiben, auch patagonische Maras bewohnen diesen Teil des Tierparadieses in vielen Paaren. Zebras, Rotwild, Strauße, Emus und Antilopen eilen vorüber. Alle diese Tiere bleiben auch im strengsten Winter ohne Obdach und suchen, mit Ausnahme der

harten Saigas, bei tiefstem Schnee und bösestem Frost Unterstände und Fütterung auf. In großen Gehegen sind Wisente und Bisons mit allerhand Kreuzungen und Halbblütern, und vor allem die kostbaren und seltenen Tarpäne untergebracht. In freier Steppe leben in geselligem Verband Bisons, Wisente, Rothirsche, Jaks, Zebras und Elenantilopen, Weißschwanzgnus und Nilghaus. Friedlich grasen sie um uns. Ein berittener Wächter sorgt dafür, daß sie nicht aus Falz-Feinschem Gebiet in fremdes hinüberwechseln. Auf der ganzen weiten Erde dürfte sich ein ähnliches Bild nicht leicht wieder dem Zoologen und Tierfreunde bieten. W. M.

Über Nachtblindheit. (*F. Best, Graefes Arch. für Ophthalmologie*, Bd. 97, Heft 2, Seite 168, 1918.) Die Kämpfe im Dunkel der Nacht und für die Heimat die Verminderung der öffentlichen Beleuchtung im Kriege haben manchem eine ihm bisher nicht so auffällige Minderleistung seiner Augen im Dunkeln zum Bewußtsein gebracht. Daß es in dem Grade der nächtlichen Scharfsichtigkeit große Unterschiede gibt, daß einzelne im Dunkeln „wie die Katzen“ sehen, andere recht unbeholfen sind, war wohl auch dem Laien bekannt und gelegentlich Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung gewesen. Doch erst das Versagen vieler Soldaten im Krieg gab den Anlaß zu einer Hochflut von Arbeiten, die sich mit dem Problem der Dunkeladaptation des Auges und ihrer Störungen beschäftigen.

Zur Beurteilung der Störungen ist die Berücksichtigung gewisser physiologischer Eigentümlichkeiten notwendig. Wenn wir einen Leuchtfarbenpunkt aus einer mit Zinksulfid und radioaktiver Substanz hergestellten Leuchtmasse aus größerer Entfernung im verfinsterten Zimmer nach genügender Anpassung an die Dunkelheit fixieren, so verschwindet er bei direktem Anblicken, leuchtet am hellsten, wenn wir um etwa 20° vorbeisehen. Dieser Unterschied zwischen Netzhautperipherie und Netzhautzentrum ist so groß, daß wir peripher einen etwa tausendfach schwächeren Lichtreiz in radioaktiver Leuchtfarbe wahrnehmen als mit dem stäbchenfreien Bezirk, der Stelle des deutlichsten Sehens im hellen Tageslicht. Wählen wir aber zum gleichen Versuch einen Lichtreiz, der nur langwellige Strahlung enthält, also etwa das Licht einer photographisch geprüften roten Lampe, so ist die Netzhautperipherie nur etwa doppelt so empfindlich als die Netzhautmitte. Auch an sich ist die vom Beginn der Verfinsterung einsetzende Steigerung der Empfindlichkeit des Auges für schwache Lichtreize in Makula und Peripherie für Leuchtfarben wesentlich höher als für langwellige Strahlung. Leuchtfarben mit Zinksulfid sind frei von langwelligem Licht. Soll die Minderwertigkeit der Makula des Dunkelauges besonders stark hervortreten, so ist es wesentlich, daß wir mit einer Lichtquelle arbeiten, die völlig frei von langwelliger Strahlung ist, d. h. nur von spektralem Rot. Eine solche Lichtquelle steht uns im Bereiche der niederen Intensitäten in den radioaktiven Leuchtstoffen mit Zinksulfid zur Verfügung, ist dagegen bisher nicht durch Glasfilter erreichbar.

Adaptometer, welche die Steigerung der Empfindlichkeit des Dunkelauges für Schwellenwerte messen, können nur dann exakt arbeiten, wenn das Verhältnis der langwelligen Strahlung zur Reststrahlung festgelegt ist, bzw. wenn wir die Steigerung der Empfindlichkeit für langwelliges Licht und für davon freies Licht getrennt messen. Noch besser wäre natürlich die Bestimmung in eng begrenzten Wellenlängenbereichen. Da aber physiologisch nur die Sonderstellung des spektralen Rot besteht, so genügt die Zerlegung des Spek-

trums in zwei Abschnitte. Das Adaptometer von Best arbeitet also mit Leuchtfarben und mit photographisch reinem Rot, und in der Erkenntnis, daß diese Trennung für Dunkelanpassungsversuche bei Nachtblinden wesentlich ist, beruht der theoretische Fortschritt, welchen die referierte Arbeit bringt.

Die Untersuchung von Nachtblinden hat ergeben, daß die Störung zwar vorwiegend den Strahlungsbereich der Leuchtfarben betrifft, daß es aber auch Minderleistung vorwiegend im langwelligen Teil gibt. In 35 % der Fälle war der Ausfall in beiden Spektralgebieten annähernd gleich. Ein völliger Ausfall nur oder fast nur der Dunkelanpassung für Leuchtfarben ohne Schädigung für langwellige Strahlen kommt sehr selten vor, das umgekehrte wurde nicht beobachtet.

Die klinische Ursache all der vielen Fälle von Nachtblindheit, die sich jetzt melden, ist eine angeborene minderwertige Anlage des Auges ohne objektiv feststellbare Veränderung. Neuerkrankungen an Nachtblindheit sind dagegen sehr selten, Epidemien in diesem Kriege nicht beobachtet. Die minderwertige Anlage der nervösen Sehsubstanz des Auges bei Nachtblindheit ohne Befund äußert sich nebenher in einer gewissen Korrelation zu optisch minderwertiger Anlage; 66 % der Fälle haben einen Brechungsfehler. Entsprechend dem Umstande, daß schon normalerweise der Endwert der Adaptation zwischen 1 und 4, ja bis zu 12, nach andern Autoren bis zu 20 schwankt, gibt es viele unbedeutend gestörte Patienten. Die niederen Grade von Nachtblindheit gehen lückenlos in die stärkeren über; ein Grund, die ersteren als sogenannte „Schwellenerhöhungen“ und wesenverschieden abzutrennen, besteht nicht.

Für militärische Untersuchungen ist der Wert der Dunkelanpassung von $\frac{1}{4}$ der Norm im Leuchtfarbenlicht als Grenze der Frontdienstfähigkeit festzulegen. Die physiologischen Folgerungen, die aus der Untersuchung von Nachtblinden zu ziehen sind und die in vorliegender Arbeit sowie im Arch. f. Biologie, Bd. 68, Seite 111, 1917 besprochen werden, eignen sich nicht zu kurzer Zusammenfassung.

Autoreferat.

Psychische Geschlechtsunterschiede. Der psychologischen Forschung dürften z. Z. etwa 10 000 Einzelergebnisse über psychische Geschlechtsunterschiede unmittelbar zugänglich sein. Lipmann¹⁾ hat hiervon (unter Verwendung z. T. unveröffentlichter Materialien, wie Zensurenstatistiken u. dgl.) etwa 5000 kritisch ausgewählt, systematisch geordnet, in vergleichbare Formen gebracht und statistisch verarbeitet. Die Methode der Darstellung der Einzelergebnisse ist im wesentlichen die, daß innerhalb jeder Leistung oder Eigenschaft je nach Stärke, Güte u. dgl. drei Zonen unterschieden werden: eine die mittlere Hälfte umfassende „Normalzone“ sowie ein oberstes und ein unterstes Viertel; es wird dann untersucht, ob unter je 100 Menschen, die sich hinsichtlich einer bestimmten Leistung oder Eigenschaft als einer dieser drei Zonen zugehörig erwiesen haben, sich mehr männliche (m) oder weibliche (f) Personen befinden, und um wieviel das eine Geschlecht das andere an Zahl übertrifft. Wenn man nun diese Differenzen syste-

matisch ordnet, so zeigen sich zunächst hinsichtlich der Eigenschaften und Leistungen gewisse inhaltliche Übereinstimmungen und Gesetzmäßigkeiten der Geschlechtsunterschiede. Eine statistische Behandlung der Differenzen führt dann weiter u. a. zu folgenden Ergebnissen: 1. Von denjenigen unter ihnen, denen ein Wert-Maßstab zugrunde liegt, sprechen 60 % zugunsten der m, 40 % zugunsten der f, und zwar zeigt sich eine Überlegenheit der m vorwiegend darin, daß die m im besten Leistungsviertel, eine Überlegenheit der f meistens darin, daß die m im schlechtesten Leistungsviertel zahlreicher vertreten sind als die f; dementsprechend sind die f meist in der mittleren Leistungshälfte zahlreicher vorhanden als die m (stärkere „Intervariation“ der m). 2. Für die Zuverlässigkeit oder Größe der Ergebnisse gilt das Queteletsche Gesetz: Die Einzelergebnisse sind um einen Wert zentriert, sie sind um so seltener, je stärker sie von diesem Wert abweichen; dieser zentrale Wert liegt in der Nähe der Differenz 0. In weitaus den meisten der untersuchten Beziehungen liegen also keine oder nur minimale Geschlechtsunterschiede vor, und nur einige wenige psychische Eigenschaften können als sekundäre (oder tertiäre) Geschlechtsmerkmale betrachtet werden. Auf dieses Ergebnis ist um so mehr Gewicht zu legen, als etwas Entsprechendes anscheinend für das Gebiet der somatischen Eigenschaften nicht gilt; dies wäre durch entsprechende statistische Untersuchungen nachzuweisen. — Die zitierte Arbeit Lipmanns stellt ihre Ergebnisse in Beziehung zum Koedukations-Problem. Sie enthält ferner eine etwa 700 Nummern umfassende Bibliographie. L.

Wachstum und selbsttätige Zerstörung der Stubenfliege im Pferdemit (E. Roubaud). Verfasser betrachtet den Pferdemit als ganz besonders günstiges Entwicklungsmedium der Stubenfliege. Er ist überzeugt, daß alle andern Stoffe, denen man sonst eine Rolle dabei zuschreibt, vollständig außer Betracht fallen, durch lokale Umstände bedingte Ausnahmen natürlich vorbehalten. Die Ablage der Eier erfolgt im Stall, in den mit Urin getränkten Kothaufen, höchstens noch während der nächsten 24 Stunden außerhalb des Stalles. Von diesem Zeitpunkt an werden infolge der beginnenden Gärung keine Eier mehr in den Mist gelegt. Dagegen kann man durch Anwendung antiseptischer Substanzen, mit denen man die Fliegen bekämpfen will, diesen entgegenkommen, denn dadurch wird die Gärung des Mistes verunmöglicht. Man erreicht also damit gerade das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung. Verfasser empfiehlt, zur gründlichen Zerstörung der Fliegenlarven die Gärungswärme des Misthaufens zu benutzen. Zu diesem Ende rät er, einen solchen Misthaufen von Zeit zu Zeit aufzuschütteln, damit die Maden in die heißeren Teile fallen. Noch sicherer ist die Wirkung, wenn man den Mist jeweils auf bereits in Gärung befindlichen vom Vortage legt, und mit ebensolchem zudeckt. So behandelter Mist kann in vier bis fünf Stunden als von Eiern und Larven frei angesehen werden (Compt. Rend. T. 161, 1915). R.

Berichtigung.

In dem Aufsatz: Das δ Cephei-Problem von P. Guthnick (Heft 49) muß es heißen:

S. 716, Spalte 2, Z. 7 v. o.: daß große Masse statt daß die große Masse;

S. 717, Fußnote, Z. 4 v. o.: sichtbare Sternhemisphäre statt mittlere Sternhemisphäre.

¹⁾ Otto Lipmann, Psychische Geschlechtsunterschiede. Ergebnisse der differentiellen Psychologie, statistisch bearbeitet. Beiheft 14 zur Zeitschrift für angewandte Psychologie (her.: Stern und Lipmann). Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1917. 2 Teile. IV, 108 und 172 Seiten mit 9 Kurven. Preis 12 M.

Sachregister.

- Abbe, Ernst, Erinnerungen an — und den Optiker-
kreis um ihn (M. v. Rohr). S. 317, 337.
- Abessinien (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin).
S. 549.
- Afrika, Im Herzen von — (Bespr.). S. 358.
- Albinos, Zur Frage des Vorkommens von Kretinen
und — in Lerbach im Harz (Erich Ebstein).
S. 562.
- Aldehyde, Über eine allgemeine Beziehung der —
zu der alkoholischen Gärung und den Atmungs-
vorgängen. S. 626.
- Aldehydstufe, Festlegung der — bei der alkoholi-
schen Gärung. S. 627.
- Alpen, französische, Erdfall in den —. S. 467.
- Ameise, Eine — als Gemüseschädling. S. 409.
- Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientie-
rungsvermögen der — (R. Brun). S. 617.
- argentinische, Die Ausbreitung der — in der
Kapkolonie und ihr Einfluß auf die einheimische
Ameisenfauna. S. 408.
- Roß-, Der Schwimm-Mechanismus der —. S. 727.
- Wald- (*Formica rufa* L.), Ein Friedhof der —.
S. 538.
- Amoeba proteus Pall, Die vegetative Fortpflanzung
von —. S. 536.
- Analysis, Praktische — (Bespr.). S. 303.
- Anatomische Forschung, Zur Geschichte der — an
der Universität Rostock (Bespr.). S. 192.
- Technik, Die Verwendung der Kälte in der —.
S. 154.
- Anpassung, Über funktionelle —, ihre Grenzen, ihre
Gesetze in ihrer Bedeutung für die Heilkunde
(Bespr.). S. 92.
- Anthropogeographie der Balkanhalbinsel (Gesell-
schaft für Erdkunde zu Berlin). S. 290.
- Anthropologische Gesellschaft, Bericht über die von
der Wiener — in den k. k. Kriegsgefangenen-
lagern veranlaßten Studien. S. 742.
- Antialkoholismus, Vorlesungen über die natürlichen
Grundlagen des — (Bespr.). S. 548.
- Anziehung eines unendlichen Sternsystems. S. 663.
- Ardisia crispa*, Weitere Untersuchungen über die
Bakteriensymbiose bei —. S. 567.
- Arthropoden, Die Sinnesorgane der —, ihr Bau und
ihre Funktion (Bespr.). S. 6.
- Über künstliche Aufhebung des Spinnens der —.
S. 536.
- Askania nova. S. 775.
- Asteroidenfund, Ein eigenartiger —. S. 142.
- Astronomische Mitteilungen. S. 142, 168, 592, 617,
759.
- Atlantischer Ozean, Neue Berechnung der Schwere-
störungen auf dem —. S. 456.
- — Seefahrtsbeobachtungen zur Geographie des
— (B. Brandt). S. 365.
- Atmosphäre, Die durchdringende radioaktive Strah-
lung in der — (P. Ludewig). S. 89, 101.
- Atmosphärische Polarisation. S. 506.
- Atmungsvorgänge, Über eine allgemeine Beziehung
der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und
den —. S. 626.
- Atome, Die Abstände der — im Molekül und im
Kristalle (Zuschr.). S. 496.
- Ausnutzungsprinzip, Über —, Zweckmäßigkeit und
fremddienliche Zweckmäßigkeit (Erich Becher).
S. 185.
- Avifauna des unteren Senegalgebietes. S. 455.
- Azetylen, Korkersatz aus —. S. 648.
- Babylon, Bagdad, —, Ninive (Bespr.). S. 494.
- Bäume in Berg und Mark sowie einigen angrenzen-
den Landesteilen im Arbeitsgebiet des Bergischen
Komitees für Naturdenkmalpflege (Bespr.).
S. 659.
- Bagdad, Babylon, Ninive (Bespr.). S. 494.
- Bakteriensymbiose, Weitere Untersuchungen über
die — bei *Ardisia crispa*. S. 567.
- Bakteriologische Forschung, Kriterien der — (L.
Paneth). S. 73.
- Balkanhalbinsel, Anthropogeographie der — (Ge-
sellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 290.
- Balkanländer, Über die Kleintierwelt der südlichen
—. S. 391.
- Ballistik, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 738.
- Bastard zwischen Birkhahn und Moorschneehenne
(Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 376.
- Baumwuchs, fossiler, Was sagen Jahresringbildung
und Jahresringlosigkeit des — über das Klima der
geologischen Perioden? (Wilhelm R. Eckardt).
S. 114.
- Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksich-
tigung der geologischen und klimatischen Ver-
hältnisse (Bespr.). S. 535.
- Befruchtung, vorzeitige, Über — einer *Oxyuris*.
S. 744.
- Befruchtungslehre, Ergebnisse und Probleme der —
im Lichte der Protistenforschung (Max Hart-
mann). S. 349, 368.
- Beton, Über die Zerstörung von — durch Gas-
wasser. S. 591.
- Bettwanze, Die — (*Cimex lectularius* L.), ihr Le-
ben und ihre Bekämpfung (Bespr.). S. 45.
- Bevölkerungspolitik, Neubegründung der — (Be-
spr.). S. 589.
- Bienen, Ein Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte
bei solitären —. S. 538.
- Biologische Anstalt auf Helgoland 1892—1917 (Fr.
Heincke). S. 569.
- Bodenbewirtschaftung, Bayerns —, unter Berück-
sichtigung der geologischen und klimatischen
Verhältnisse (Bespr.). S. 535.
- Bodenbildung und Bodeneinteilung (Bespr.). S. 312.
- Bodenschätze, Die Drehwage und ihre Bedeutung
für die Auffindung von — (Gesellschaft für Erd-
kunde zu Berlin). S. 165.
- Bosnien, Das Klima von — und der Hercegovina
(Bespr.). S. 737.
- Bosporus und Dardanellen auf Grund eigener Un-
tersuchungen (Gesellschaft für Erdkunde zu Ber-
lin). S. 757.
- Brightsche Krankheit, Die doppelseitigen hämato-
genen Nierenerkrankungen (Bespr.). S. 691.
- Bulgarien, Reisen in — (Gesellschaft für Erdkunde
zu Berlin). S. 419.
- Bunsengesellschaft, Deutsche — 1918. Bericht über
die 24. Hauptversammlung in Berlin (John
Eggert). S. 326.
- Buntsandstein, mittlerer, Die Gervilleiabänke des
—. S. 130.
- Capwerden, Die Vogelwelt der — (Deutsche orni-
thologische Gesellschaft). S. 94.
- δ Cephei-Problem (P. Guthnick). S. 713.

- Cerealien, Die Chemie der — in Beziehung zur Physiologie und Pathologie (Bespr.). S. 55.
- Ceylon, Eisenbahnverbindung — mit Vorderindien. S. 566.
- Chemie, allgemeine, Praktische Einführung in die — (Bespr.). S. 373.
- — Probleme der — (Bespr.). S. 626.
- anorganische Experimental-, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 658.
- organische, Theorien der — (Bespr.). S. 771.
- Chemische Mitteilungen. S. 57, 438, 590.
- Chemisches Element, Zur Begriffsbestimmung des — (Zuschr.). S. 646.
- Chlorophyll, Das — als blutbildendes und belebendes Agens. S. 315.
- Christiansen, Chr. (Martin Knudsen). S. 157.
- Cicindelenlarve, Biologische Beobachtungen an der —. S. 409.
- Coolidge-Röhren, Über Glühkathodenröhren und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie. S. 425.
- Corvus corax L., Biologie von — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 24.
- Dardanellen, Bosphorus und — auf Grund eigener Untersuchungen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 757.
- Darwinismus, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen — (Erich Becher). S. 413.
- Dendrocyena, Die Gattung — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 376.
- Deszendenzprobleme im Lichte der Biologie und der Thermodynamik (Kurt Stern). S. 585.
- Diamanten in seinen Bildungsbedingungen. S. 69.
- Dibothriocephalus latus, Der Entwicklungsgang des —. S. 47.
- Diskussionsabende, geophysikalische. S. 466.
- Disposition, Die konstitutionelle — zu inneren Krankheiten (Bespr.). S. 44.
- Drehwage, Die — und ihre Bedeutung für die Aufindung von Bodenschätzen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 165.
- Dünengebiete Norddeutschlands. Eine zusammenhängende kartographische Darstellung der —. S. 131.
- Dynamisches Gleichgewicht, Der Einfluß des — auf die Formen der festen Erdoberfläche (Otto Baschin). S. 355.
- Edelgase, Die — (Bespr.). S. 374.
- Ehrenhafte Arbeiten, Bericht über die —. Submikroskopische Experimentalphysik (D. Konstantinowsky). S. 429, 448, 473, 488.
- Eierfäulnis. S. 70.
- Eigenbewegung, Sterne mit größerer —. S. 614.
- Eigenschaftsanalyse, Entwicklungsgeschichtliche — (Phänogenetik) (Bespr.). S. 520.
- Eingeweide, Über Autotomie und Regeneration der — bei Polycarpa tenera Lacaze und Delage. S. 712.
- Einlinienspektrum, Quantenbeziehung für das Auftreten des —. S. 120.
- Eis, Haar-, auf morschem Holz (Alfred Wegener). S. 598. — (Zuschr.). S. 676.
- Eisen, Das — und seine Verbindungen (Bespr.). S. 388.
- Elektrische Meßtechnik (Bespr.). S. 464.
- Elektrizität, Handbuch der — und des Magnetismus (Bespr.). S. 504.
- Elektrizitätsleitung, Die — im extremen Vakuum. S. 36.
- Elektroanalysen, Über einen Ersatz der Platinschalen bei —. S. 679.
- Elektrolyseure zur Herstellung von unterchlorigsaurem Natrium für Wasserwerke, Abwasser- und Desinfektionsbetriebe. S. 647.
- Elektrotherapie, Moderne Fragen der —. S. 662.
- Element, chemisches, Zur Begriffsbestimmung des — (Heinrich Remy). S. 525. — (Zuschr.). S. 646. — (K. Fajans). S. 751.
- Elemente, meteorologische, Einfluß der Sonnenumdrehung auf die —. S. 505.
- Elmsfeuer, Über Irrlicht und St. — (B. Brandt). S. 565.
- Entomologie, angewandte, Die Deutsche Gesellschaft für —. S. 539.
- — Tagung der Deutschen Gesellschaft für — (24.—26. September 1918) (B. Harms). S. 702.
- — Die hygienische Bedeutung der — (Bespr.). S. 771.
- Entomologische Mitteilungen. S. 408.
- Entwicklungsgeschichte, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 66.
- Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik) (Bespr.). S. 520.
- Eötvös, Baron Roland v. — zum siebzigsten Geburtstage (Karl Tangl). S. 445.
- Erblichkeit, Die — im Mannesstamm und der vaterrechtliche Familienbegriff (Bespr.). S. 602.
- Erdfall in den französischen Alpen. S. 467.
- Erdkunde, Gesellschaft für — zu Berlin: — Sibirien. S. 95.
- Die neuesten Ergebnisse der Südpolarforschung. S. 95.
- Die Drehwage und ihre Bedeutung für die Aufindung von Bodenschätzen. S. 165.
- Karten von Mittelfrika im Maßstabe von 1:2 000 000. S. 166.
- Die Gurkhas. S. 167.
- Kartographische Wünsche. S. 290.
- Anthropogeographie der Balkanhalbinsel. S. 290.
- Wechselwirkungen zwischen menschlicher Kultur und Tierverbreitung. S. 291.
- Reisen in Bulgarien. S. 419.
- Erforschung des Verkehrs durch die Karte. S. 420.
- Unsere Kenntnis von Tibet im Wechsel der Zeiten. S. 421.
- Die geographische Lage der europäischen Staaten in ihrer Bedeutung für deren geschichtliche Entwicklung. S. 422.
- Die erdkundliche Woche zu Berlin. S. 453.
- Abessinien. S. 549.
- Karte des Türkisch-Ägyptischen Grenzgebietes. S. 550.
- Die Landschaften Rumäniens. S. 710.
- Bosphorus und Dardanellen auf Grund eigener Untersuchungen. S. 757.
- Erdkundliche Woche, Die — zu Berlin (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 453.
- Erdmessung, internationale, Die Zukunft der —. S. 467.
- Erdoberfläche, feste, Der Einfluß des dynamischen Gleichgewichtes auf die Formen der — (Otto Baschin). S. 365.
- Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich. S. 568.
- Erscheinungsformen der Materie (Bespr.). S. 300.
- Esel, Haus-, Die Abstammung des Hauspferdes und des — (Otto Antonius). S. 13.
- Europa, Mittel-, Illustrierte Flora von — (Bespr.). S. 549.

- Europäische Staaten, Die geographische Lage der — in ihrer Bedeutung für deren geschichtliche Entwicklung (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 422.
- Experimentalchemie, anorganische, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 658.
- Experimentalphysik, Über Plancks Verdienste um die — (E. Warburg). S. 202.
- Repetitorium der — für Pharmazeuten, Mediziner und Studierende der Naturwissenschaften (Bespr.). S. 376.
- Submikroskopische —. Bericht über die Ehrenhaften Arbeiten (D. Konstantinowsky). S. 429, 448, 473, 488.
- Familienbegriff, vaterrechtlicher, Die Erblichkeit im Mannesstamm und der — (Bespr.). S. 602.
- Farbenabänderungen, Bastarde und — der Walddöhner (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 377.
- Farbenlehre, Goethe, Schopenhauer und die — (Bespr.). S. 502.
- Farbensinn, Geruchs- und — bei Tagfaltern. S. 408.
- Fauna, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der — in norddeutschen Seen. S. 507.
- Feinbau der kristallisierten Materie. S. 69.
- Fermentstudien (Bespr.). S. 103.
- Fette, Speise-, und Speiseöle (H. Kutteneuler). S. 109, 126.
- Fische, Über das Schwimmen der — (Richard Hesse). S. 322.
- Fixsternsystem, Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das —. S. 694.
- Kinetische Gastheorie und —. S. 664.
- Fliege, Über das Liebesspiel einer —. S. 727.
- Stech-, Die gemeine — (Wadenstecher) (Bespr.). S. 45.
- Stuben- (*Homalomyia cunicularis* L.), Totale Rotblindheit der —. S. 538.
- — Wachstum und selbsttätige Zerstörung der — im Pferdemit. S. 776.
- Fliegen, Die übliche Auffassung des — der Käfer. S. 537.
- Fließen, Der Vorgang des — im gepreßten Messingblock beim hydraulischen Spritzen. S. 553.
- Flora, Illustrierte — von Mittel-Europa (Bespr.). S. 549.
- Flugtechnik, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der — (Bespr.). S. 738.
- Flugzeug-Tragflügel, Einführung in die Theorie der — (Alb. Betz). S. 557, 573.
- Flußmuschel, Die Tragödie der —. S. 726.
- Flußplankton, Teich- und — (Bruno Schröder). S. 147, 162, 176.
- Fremdkörperlokalisation, röntgenologische, Neue geometrische Methode der —. S. 108.
- Fremdwörter-Frage, Die — (M. Kronenberg). S. 665.
- Fünftagefieber (*Febris wolhynica*), eine neu entdeckte Kriegskrankheit (W. Thörner). S. 435.
- Fuß, Rudolf, Nachruf für —. S. 506.
- Gärung, alkoholische, Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der — und den Atmungsvorgängen. S. 626.
- — Festlegung der Aldehydstufe bei der —. S. 627.
- Gammastrahlen, Wellenlänge der durchdringenden —. S. 118.
- Die Zerstreuung und Absorption der —. S. 425.
- Gasangriffe gegen landwirtschaftliche Parasiten (Zuschr.). S. 165, 303.
- Gasbäder mit Schwefeldioxyd (Zuschr.). S. 739.
- Gasbehandlung der Pferdeäude (B. Harms). S. 673.
- Gase, Die Edel- (Bespr.). S. 374.
- Gastheorie, kinetische, Über die Anwendbarkeit der — auf das Fixsternsystem. S. 694.
- Kinetische — und Fixsternsystem. S. 664.
- Gastrulainvagination, Differenzen im Quellungs-zustand der Plasmakolloide als eine Ursache der —, sowie der Einstülpungen und Faltungen von Zellplatten überhaupt. S. 479.
- Gemüseschädling, Eine Ameise als —. 409.
- Geographie, Die Einheit der —. S. 739.
- physische, Praktische Übungen in — (Bespr.). S. 676.
- politische, Leitlinien der allgemeinen — (Bespr.). S. 772.
- Geographische Abende. S. 739.
- Lage der europäischen Staaten in ihrer Bedeutung für deren geschichtliche Entwicklung (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 422.
- Mitteilungen. S. 466, 739.
- Zeitschriften, neue. S. 467.
- Geologie, regionale, Handbuch der — (Bespr.). S. 404.
- der Schweiz (Bespr.). S. 407.
- Geometrien, Die nichteuclidischen — und das Raumproblem (Hilda Geiringer). S. 635, 653.
- Geophysikalische Diskussionsabende. S. 466.
- Geophysikerkongreß, Der skandinavische — in Göteborg (28.—31. August 1918) (Adalbert Prey). S. 765.
- Geopsychische Erscheinungen (Bespr.). S. 44.
- Geradflügler, Die — Deutschlands und ihre Verbreitung (Bespr.). S. 692.
- Geruchs- und Farbensinn bei Tagfaltern. S. 408.
- Gervilleabänke, Die — des mittleren Buntsandsteins. S. 131.
- Geschlechtsmerkmale, sekundäre, Über die experimentelle Umwandlung der — bei den Hühner-vögeln. S. 712.
- Geschlechtsunterschiede, psychische. S. 776.
- Geschützdonner und Wetter (B. Brandt). S. 463.
- Gesichtsfeld, Klinische und anatomische Untersuchungen zur Lehre vom —. S. 741.
- Gesteinsmagmen, Probleme der flüchtigen Anteile in den —. S. 68.
- Gewässerkunde Norddeutschlands, Jahrbuch für die — (Bespr.). S. 407.
- Glasartiges Porzellan. S. 439.
- Glasforschung, Probleme der — (E. Zschimmer). S. 509, 717.
- Glimmer, Die Abhängigkeit des Isolationswiderstandes und der Dielektrizitätskonstante des —. S. 120.
- Glühkathodenröhren, Über — (Coolidge) und ihre Bedeutung in der Tiefentherapie. S. 425.
- Goethe, Albertus Magnus und — (E. Küster). S. 137.
- Schopenhauer und die Farbenlehre (Bespr.). S. 502.
- Gramineen, Über die Verteilung der Spaltöffnungen bei den Keimlingen einiger —. S. 743.
- Groth, Paul von, Zum fünfundsiebzigsten Geburtstage von — (A. Johnsen). S. 481.
- Gurkhas, Die — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 167.
- Haareis auf morschem Holz (Alfred Wegener). S. 598. — (Zuschr.). S. 676.

- Habichte und Loris aus dem papuanischen Gebiet (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 378.
- Hämoglobinurie der Rinder in Chili. S. 744.
- Härtegrad, Sekundärstrahlen und —. S. 108.
- Hafer, Der — (Bespr.). S. 521.
- Haloerscheinungen, Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den —. S. 506.
- Harzgewinnung, Über die — in Österreich-Ungarn. S. 438.
- Haut, Die Entdeckung des pigmentbildenden Ferments der —. S. 59.
- Heberschreiber, Thomsons, Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und — (Georg Schmidt). S. 1, 18.
- Heilkunde, Über funktionelle Anpassung, ihre Grenzen, ihre Gesetze in ihrer Bedeutung für die — (Bespr.). S. 92.
- Heimkehr der Zugvögel (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 626.
- Helgoland, Die Biologische Anstalt auf — 1892—1917 (Fr. Heincke). S. 569.
- Helligkeit, Über die — des Himmels nach Lamberts Photometrie. S. 613.
- Heptanchus Maculatus, The Anatomy of —. The Endoskeleton (Bespr.). S. 67.
- Hercegovina, Das Klima von Bosnien und der — (Bespr.). S. 737.
- Hering, Ewald — (C. v. Heß). S. 305.
- Herkner, Herbert (M. Born). S. 179.
- Heterogene Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre (Bespr.). S. 625.
- Himmel, Über die Helligkeit des — nach Lamberts Photometrie. S. 613.
- Hirschstangen-Abnormität, Über eine ganz eigenartige, in mehrfacher Hinsicht interessante —. S. 156.
- Hochgebirgsklima, Beobachtungen über die physiologische Wirkung des —. S. 743.
- Höhennullpunkte, Die — der amtlichen deutschen Kartenwerke. S. 740.
- Höhlen und unterirdische Steinbrüche in Nordfrankreich (B. Brandt). S. 734.
- Homalonoten, Bestachelte Schnauzenschilder von rheinischen —. S. 507.
- Hühnervögel, Über die experimentelle Umwandlung der sekundären Geschlechtsmerkmale bei den —. S. 712.
- Hydrierung, Reduktion und — organischer Verbindungen (Bespr.). S. 772.
- Hyperthyreosen, Morbus Basedowi und die — (Bespr.). S. 43.
- Jahresringbildung**, Was sagen — und Jahresringlosigkeit des fossilen Baumwuchses über das Klima der geologischen Perioden? (Wilhelm R. Eckardt). S. 114.
- Jerusalem (Bespr.). S. 756.
- Impfung mit Hautschleim von Amphibien und mit Natterngift gegen experimentelle Tollwut. S. 744.
- Insekten, Die bannende Wirkung künstlicher Lichtquellen auf —. S. 391.
- Insektenkunde, Praktikum der — nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten (Bespr.). S. 313.
- Insektenleben, Die Wirkung der Winterkälte 1917 auf das —. S. 408.
- Irrlicht, Über — und St. Elmsfeuer (B. Brandt). S. 565.
- Jupitermond, Auffindung des 9. —. S. 168.
- Jupiterplaneten, Neues über die —. S. 614.
- Käfer, Die übliche Auffassung des Fliegens der —. S. 536.
- Kälte, Die Verwendung der — in der anatomischen Technik. S. 154.
- Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Die Institute und Unternehmungen der — zur Förderung der Wissenschaften. S. 34.
- Kaliindustrie, Amerikas Bestrebungen zur Schaffung einer —. S. 440.
- Kalkstickstoff, nichtstäubender. S. 648.
- Kalorimeter, Die günstigste Anordnung von —. S. 130.
- Kant (Bespr.). S. 601.
- Karten von Mittelfrika im Maßstabe von 1:2 000 000 (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 166.
- Kartographische Wünsche (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 290.
- Kautschuk, Welterzeugung und -verbrauch von —. S. 439.
- Keimplasma-Lehre, Weismanns — (W. Johannsen). S. 121.
- Keimzellen, Die Konkurrenz der männlichen um die weiblichen — und das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter (C. Correns). S. 277.
- Kind, Die geistige Entwicklung des — (Bespr.). S. 693.
- Klassiker der Naturwissenschaft und der Technik (Bespr.). S. 645.
- Klebs, Georg — (1857—1918). S. 681.
- Kleiber, europäische — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 376.
- Kleintierleben, Das — um Locarno (Lago maggiore). S. 726.
- Kleintierwelt, Über die — der südlichen Balkanländer. S. 391.
- Klima, Was sagen Jahresringbildung und Jahresringlosigkeit des fossilen Baumwuchses über das — der geologischen Perioden? (Wilhelm R. Eckardt). S. 114.
- Klimaperiode, elfjährige, Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der —. S. 467.
- Klimaschwankungen, Die Ursache der —. S. 566.
- Klimaverhältnisse der Vorzeit. S. 628.
- Knallgasexplosion, Eine — in der Stahlflasche. S. 774.
- Kohärenz, Thermodynamik und — (M. v. Laue). S. 207.
- Kohlensäure, Untersuchungen über die Assimilation der —. S. 70. — (Bespr.). S. 344.
- Kohlenschätze der Erde und ihre Erschöpfung. S. 106.
- Kolloidchemie der mineralischen Naturkörper. S. 68.
- Komet, Ein in Auflösung begriffener —. S. 168.
- Wolf, Spektrum des —. S. 168.
- Kometen, periodische. S. 614.
- Kontaktgift, Ein interessanter Beitrag zur Kenntnis des —. S. 591.
- Kontaktreize, Über den Einfluß von — und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den Turgeszenzzustand von Keimstengeln. S. 479.
- Kontinente, Das Problem der Permanenz der Ozeane und —. S. 105.
- Korkersatz aus Azetylen. S. 648.
- Kormoran, Das Vorkommen von —, Schnatterente und Limose auf den Militscher Teichen (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 711.
- Krankheiten, Über die Verbreitung der — auf der Erde (L. R. Grote). S. 451.
- innere, Die konstitutionelle Disposition zu — (Bespr.). S. 44.

- — Die Behandlung der — mit radioaktiven Substanzen (Bespr.). S. 757.
- Krebs, Über den — bei Pflanzen. S. 743.
- Krebsentstehung, Das Problem der —. S. 454.
- Kreisel, Der — als Richtungsweiser, seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften (Bespr.). S. 150.
- Kretinen, Zur Frage des Vorkommens von — und Albinos in Lerbach im Harz (Erich Ebstein). S. 562.
- Kriegsgefangene (Bespr.). S. 736.
- Kriegskost, Weitere Untersuchungen über den Einfluß der — auf den Stoffwechsel. S. 743.
- Kriegsverletzungen, Behandlung von — mit Lösungen von Silbernitrat. S. 712.
- Wundverlauf und Wundbehandlung speziell bei — (Th. Naegeli). S. 649.
- Kristallchemie, Analytisch-statistische Untersuchungen. S. 66.
- Kristalle, Mutationsartige Umwandlung von — (A. Johnsen). S. 530.
- Kriterien der bakteriologischen Forschung (L. Panneth): S. 73.
- Kultur, menschliche, Wechselwirkungen zwischen — und Tierverbreitung (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 291.
- Landinsekten, Über das Verhalten der — und Spinnen dem Wasser gegenüber. S. 723.
- Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien (Bespr.). S. 438.
- Landwirtschaftlich-statistischer Atlas (Bespr.). S. 360.
- Lebensdauer, Über die künstliche Beeinflussung der —. S. 538.
- Lebensmittel, Unsere — (Bespr.). S. 437.
- Lehm als Nahrungsmittel. S. 552.
- Lerbach im Harz, Zur Frage des Vorkommens von Kretinen und Albinos in — (Erich Ebstein). S. 562.
- Leyer, Parallaxe und Dimensionen des Ringnebels in der —. S. 508.
- Lichtbild, bewegtes, Die Verwendung des — im meteorologischen Unterricht (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 423.
- Lichtmessungen an Planetenscheiben. S. 760.
- Lichtquellen, künstliche, Die bannende Wirkung — auf Insekten. S. 391.
- Lichtwelle, Über die Ausbreitung einer ebenen — in einem Medium mit kontinuierlich veränderlichem Brechungsindex. S. 592.
- Locarno (Lago maggiore), Das Kleintierleben um —. S. 726.
- Loris, Habichte und — aus dem papuanischen Gebiet (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 378.
- Luftembolie, Experimentelle Untersuchungen über —. S. 455.
- Lufffilter, Ein neues —. S. 567.
- Lumineszenzerscheinungen, Neuere Fortschritte in der Theorie der — (H. Schmidt). S. 641.
- Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler (Th. v. Kármán). S. 457.
- Mach, Ernst, Gedächtnisrede, gehalten in der soziologischen Gesellschaft (Bespr.). S. 151.
- Magma, vulkanisches, Die Frage nach dem Wassergehalt des — (Karl Sapper). S. 469.
- Magnetismus, Handbuch der Elektrizität und des — (Bespr.). S. 504.
- Magnus, Albertus — und Goethe (F. Küster). S. 137.
- Maikäferfühler, Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des — zustande? S. 538.
- Materialismus, Historischer und naturwissenschaftlicher — (M. Kronenberg). S. 381.
- Materie, Erscheinungsformen der — (Bespr.). S. 300.
- kristallisierte, Feinbau der —. S. 68.
- Mathematik, Die neueren Ergebnisse der theoretischen Physik und ihre Beziehungen zur — (P. Riebesell). S. 61.
- Maus, Waldspitz-, Über die — in der Gefangenschaft. S. 727.
- Mäuse, Vererbungsstudien an —. S. 477.
- Mechanik, Einführung in die — mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik (Bespr.). S. 738.
- Meeresfauna Westafrikas, Beiträge zur Kenntnis der — (Bespr.). S. 757.
- Meeresforschung, internationale. S. 479.
- Meerleuchten, Beobachtungen über — (B. Brandt). S. 161.
- Mehlmotte, Die — (Bespr.). S. 590.
- Mensch, Der — vor 100 000 Jahren (Bespr.). S. 66.
- Meßtechnik, elektrische (Bespr.). S. 464.
- Metacarpal- und Metatarsalknochen, Die Verknöcherung der — beim neolithischen Menschen. S. 744.
- Meteorit von Treysa, Über die planmäßige Auffindung des —. S. 759.
- Meteoritenfall vom 3. April 1916. S. 316.
- Der — von Treysa in Hessen. S. 678.
- Meteorologische Gesellschaft, Deutsche — (Berliner Zweigverein):
- Der Wind über und an Gewässern, auf freiem Lande und im Waldgebiet. S. 46.
- Strenge Winter. S. 94.
- Die Windverhältnisse über dem Pic von Teneriffa nach zweijährigen Beobachtungen des geophysikalischen Observatoriums am Pic von Teneriffa. S. 152.
- Wetter und Krieg. S. 423.
- Die Verwendung des bewegten Lichtbildes im meteorologischen Unterricht. S. 423.
- Meteorologische Mitteilungen. S. 505.
- Meteorologischer Unterricht, Die Verwendung des bewegten Lichtbildes im — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 423.
- Meterkonvention, internationale, Die mitteleuropäischen Staaten und die —. S. 153.
- Methylalkoholgehalt der Sprite. S. 59.
- Mikroseismische Bewegung (Otto Meißner). S. 52.
- Minenfelder, Die Sichtbarkeit von Unterseebooten und — vom Flugzeug aus (Jentzsch-Graefe). S. 546. — (Zyschr.). S. 709.
- Mineralogisch-petrographische Mitteilungen. S. 67.
- Mineralsynthesen, Über —. S. 57. — (C. Doelter). S. 285.
- Mittelfrika, Karten von — im Maßstabe von 1:2 000 000 (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 166.
- Moleküle, Über komplexe — (K. Schütt). S. 82.
- Mondtafeln, Die Brownschen —. S. 592.
- Montanwachs, Das — und sein Verhalten bei der Destillation. S. 129.
- Morbus Basedowi und die Hyperthyreosen (Bespr.). S. 43.
- Multiple Sklerose als Folge einer Spirochäteninfektion. S. 48.
- Muschel, Fluß-, Die Tragödie der —. S. 726.
- Mutationsartige Umwandlung von Kristallen (A. Johnsen). S. 530.

- Mutationstheorie, *Oenothera Lamarckiana* und die — (O. Renner). S. 37, 49.
- Nachtblindheit. S. 775.
- Nährschäden (H. Gerhartz). S. 729.
- Nahrungsmittel, Lehm als —. S. 552.
- Nationalpark, schweizerischer, Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den — (Bespr.). S. 658.
- im Unterengadin (C. Schröter). S. 761.
- Naturdenkmalpflege, Bäume in Berg und Mark sowie einigen angrenzenden Landesteilen im Arbeitsgebiet des Bergischen Komitees für — (Bespr.). S. 659.
- Naturkörper, mineralische, Kolloidchemie der —. S. 68.
- Nebelflecke, Über die Trift der —. S. 695.
- Netzebenen, Übersichtliche Darstellung physikalischer Gemische durch — (E. Zschimmer). S. 308.
- Nichteuklidische Geometrien und das Raumproblem (Hilda Geiringer). S. 635, 653.
- Nichtstäubender Kalkstickstoff. S. 648.
- Nierenerkrankungen, Die doppelseitigen hämatogenen — (Brightsche Krankheit) (Bespr.). S. 691.
- Ninive, Bagdad, Babylon, — (Bespr.). S. 494.
- Nitratbildung, Über die — in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht. S. 315.
- Norddeutschland, Eine zusammenhängende kartographische Darstellung der Dünengebiete —. S. 131.
- Jahrbuch für die Gewässerkunde — (Bespr.). S. 407.
- Nordfrankreich, Höhlen und unterirdische Steinbrüche in — (B. Brandt). S. 734.
- Nordlichtstrahlen, Die Geschwindigkeit der — (J. Stark). S. 397.
- Über die Natur der — (J. Stark). S. 145.
- Nova Aquilae 3 und andere neue Sterne (P. Guthnick). S. 593.
- Oberflächenspannungsdifferenzen** als eine Ursache der Zellteilung. S. 478.
- Öle, Speise-, Speisefette und — (H. Kutteneuler). S. 109, 126.
- Ölflecke auf Seen, Zur Frage der — (Zuschr.). S. 118.
- Oenothera Lamarckiana* und die Mutationstheorie (O. Renner). S. 37, 49.
- Österreich-Ungarn, Über die Harzgewinnung in —. S. 438.
- Olivenölgewinnung in Österreich und ihre Verbesserung. S. 773.
- Optik, Physiologische —, dargestellt für Naturwissenschaftler (Bespr.). S. 738.
- Optische Instrumente, Die — (Bespr.). S. 503.
- Orientierungsvermögen, Ergebnisse neuerer Versuche über das — der Ameisen (R. Brun). S. 617.
- Ornithologie, faunistische, Die Geschichte der — in Brandenburg (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 151.
- Ornithologische Gesellschaft, Deutsche —. Biologie von *Corvus corax* L. S. 24.
- Zug der Waldschnepfe. S. 93.
- Die Vogelwelt der Capwerden. S. 94.
- Vogelsammlung des Warschauer Museums. S. 94.
- Die Geschichte der faunistischen Ornithologie in Brandenburg. S. 151.
- Die Gattung *Dendrocycna*. S. 376.
- Europäische Kleiber. S. 376.
- Ornithologische Gesellschaft, Deutsche —. Bastard zwischen Birkhahn und Moorschneehenne. S. 376.
- Einfluß des russischen Winters auf die Vogelwelt. S. 376.
- Bastarde und Farbenänderungen der Walddhühner. S. 377.
- Habichte und Loris aus dem papuanischen Gebiet. S. 378.
- Raubvogelreichtum in der Umgebung Berlins vor 50 Jahren. S. 505.
- Die Heimkehr der Zugvögel. S. 626.
- Vorkommen von Kormoran, Schnatterente und Limose auf den Militscher Teichen. S. 711.
- Die ältere ornithologische Literatur. S. 711.
- Entwicklung verschiedener Vögel. S. 711.
- Ornithologische Mitteilungen. S. 292, 604.
- Ossein, Über den Nährwert des — und über den Vorteil seiner Einbeziehung in die Ernährung. S. 744.
- Ostracoden im Rheinischen Unterdevon. S. 507.
- Oxyuris, Über vorzeitige Befruchtung einer —. S. 744.
- Ozeane, Das Problem der Permanenz der — und Kontinente. S. 105.
- Paläobiologie**, Methoden und Ziele der — (O. Abel). S. 497, 514.
- Paläogeographie, Handbuch der — (Bespr.). S. 773.
- Paläogeographische Mitteilungen. S. 579.
- Paläontologie, allgemeine (Bespr.). S. 93.
- Parasiten, landwirtschaftliche, Gasangriffe gegen — (Zuschr.). S. 165, 303.
- Permanenz der Ozeane und Kontinente, Das Problem der —. S. 105.
- Peroxydase, Über —. S. 627.
- Perspektive, Grundzüge der — nebst Anwendungen (Bespr.). S. 302.
- Pferd, Haus-, Die Abstammung des — und des Hausesels (Otto Antonius). S. 13.
- Pferderäude, Die Gasbehandlung der — (B. Harms). S. 673.
- Pflanze, Die — als Bauwerk (E. Pringsheim). S. 293.
- Pflanzenanatomie, Physiologische — (Bespr.). S. 757.
- Pflanzengeographie, Stand und Aufgaben der — (L. Diels). S. 581.
- Pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark (Bespr.). S. 658.
- Pflanzenwachstum, Über den Einfluß von X-Strahlen auf das —. S. 743.
- Pflanzliche Form, Die Beherrschung der — (Emil Ungerer). S. 683.
- Phasenlehre, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der — (Bespr.). S. 625.
- Photographieren, Über Sehen und — durch trübe Medien (W. Scheffer). S. 768.
- Phototaktische Richtungsbewegungen, Zur Kenntnis der —. S. 480.
- Physik, Lehrbuch der — für Mediziner, Biologen und Psychologen (Bespr.). S. 375.
- Raum und Zeit im Lichte der neueren — (Bespr.). S. 708.
- der Röntgenologie (Bespr.). S. 151.
- Der Wettkampf zweier Weltanschauungen in der — (Stanislaw Loria). S. 169.
- theoretische, Die neuen Ergebnisse der — und ihre Beziehungen zur Mathematik (P. Riebesell). S. 61.

- Physikalische Gemesische, Übersichtliche Darstellung — durch Netzebenen (E. Zschimmer). S. 308.
— Mitteilungen. S. 118.
Physikalisches über Raum und Zeit (Bespr.). S. 709.
Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Die Tätigkeit der — im Jahre 1917 (Karl Scheel). S. 541.
Physiogeographie, Grundzüge der — (Bespr.). S. 578.
Physiologische Pflanzenanatomie (Bespr.). S. 757.
Pigmentbildendes Ferment, Die Entdeckung des — der Haut. S. 59.
Pilze, Rußtau-, Die wahre Natur der — (F. W. Neger). S. 30.
— Verwertung der —. S. 480.
Planck, Max, zum sechzigsten Geburtstage (A. Sommerfeld). S. 195.
— Publikationsverzeichnis. S. 199.
— Verdienste um die Experimentalphysik (E. Warburg). S. 202.
— Strahlungstheorie, Die Entwicklung von — (W. Wien). S. 203.
Planetenscheiben, Lichtmessungen an —. S. 760.
Plankton, Teich- und Flußplankton (Bruno Schröder). S. 147, 162, 176.
Plasmakolloide, Differenzen im Quellungs- zustand der — als eine Ursache der Gastrulain- vagination, sowie der Einstülpungen und Faltungen von Zellplatten überhaupt. S. 479.
Platinschalen, Über einen Ersatz der — bei Elektro- analysen. S. 679.
Polarisation, atmosphärische. S. 506.
Polhöhenchwankung, Beitrag zur Kenntnis der —. S. 759.
Polycarpa tenera Lacaze und Delage, Über Auto- tomie und Regeneration der Eingeweide bei —. S. 712.
Polypen, Süßwasser- (Hydra fusca), Beobachtungen und Versuche an —. S. 390.
Porzellan, glasartiges. S. 439.
Préhistoire, La — en Syrie-Palé- stine. S. 155.
Primaten, Die alttertiären — Europas (Othenio Abel). S. 281, 295.
Protactinium, Über das — (Lise Meitner). S. 324.
Protistenforschung, Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der — (Max Hartmann). S. 349, 368.
Psychiatrie für Ärzte (Bespr.). S. 602.
— Die Deutsche Forschungsanstalt für — (Emil Kraepelin). S. 333.
— Hundert Jahre —. S. 551.
Psychische Geschlechtsunterschiede. S. 776.
Quantenbeziehung für das Auftreten des Einlinien- spektrums. S. 120.
Quantenlehre, Anwendungen der — in der Theorie der Serienspektren (Paul S. Epstein). S. 230.
Quantentheorie, Die —. Ihr Ursprung und ihre Ent- wicklung (Fritz Reiche). S. 213. — (Zuschr.). S. 419.
— Röntgenstrahlen und —. S. 119.
— und neuer Wärmesatz (W. Nernst). S. 206.
Quecksilberdampf, Das Spektrum des —. S. 119.
Radioaktive Substanzen, Die Behandlung innerer Krankheiten mit — (Bespr.). S. 757.
Radioaktivität (Bespr.). S. 301.
Rasmussen, Knud — zweite Thule-Expedition 1916/18. S. 677.
Rassendiagnostisches Merkmal, Form und-Größe der Schädelbasis als —. S. 742.
Rasterstereoskopie, Die röntgenographische und röntgenstereoskopische Anwendung der —. S. 508.
Raubvogelreichum in der Umgebung Berlins vor 50 Jahren (Deutsche ornithologische Gesell- schaft). S. 505.
Raum — Zeit — Materie. Vorlesungen über allge- meine Relativitätstheorie (Bespr.). S. 373.
— und Zeit im Lichte der neueren Physik (Bespr.). S. 708.
— — — Physikalisches über — (Bespr.). S. 709.
Raumproblem, Die nichteuklidischen Geometrien und das — (Hilda Geiringer). S. 635, 653.
Reduktion und Hydrierung organischer Verbindun- gen (Bespr.). S. 772.
Regen, Künstliche Erzeugung von —. S. 628.
Regenfälle, Starke — in der Sahara. S. 466.
Regionale Geologie, Handbuch der — (Bespr.). S. 404.
Reichsanstalt, Die Tätigkeit der Physikalisch-Tech- nischen — im Jahre 1917 (Karl Scheel). S. 541.
Relativitätstheorie, allgemeine, Vorlesungen über —. Raum — Zeit — Materie (Bespr.). S. 373.
— Über die spezielle und die allgemeine — (Bespr.). S. 82.
— Dialog über Einwände gegen die — (A. Ein- stein). S. 697.
Rezeptionsfähigkeit, raumausfüllende, Das Prinzip der —. S. 391.
Rheinstrom, Die geographische und biologische Gliederung des — (Bespr.). S. 495.
Riefler-Uhren, Erfahrungen mit neuen —. S. 142.
Riffelbildung und gleitende Reibung (Zuschr.). S. 521.
Rinder, Die Hämoglobulinurie der — in Chili. S. 744.
Ringnebel, Parallaxe und Dimensionen des — in der Leyer. S. 508.
Röntgenbilder, Über scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in einfachen —. S. 108.
— Über die Schärfe der — und ihre Verbesserung. S. 108.
Röntgenenergie, Die wirksame — in der Tiefen- therapie und ihre Messung. S. 48.
Röntgenologie, Physik der — (Bespr.). S. 151.
Röntgen-Spektren, Zur Theorie der — (Vorläufige Mitteilung). S. 304.
Röntgenstrahlen, Grundlage therapeutischer An- wendung von —. S. 423.
— und Quantentheorie. S. 119.
— harte, Zur Frage der Erzeugung möglichst — (P. Cermak). S. 139.
Röntgenstrahlenanalyse, Ergebnisse der —. S. 424.
Röntgentechnik (Bespr.). S. 589.
Röntgentechnische Mitteilungen. S. 423.
Roßameise, Der Schwimm-Mechanismus der —. S. 727.
Rostock, Zur Geschichte der anatomischen Forschung an der Universität — (Bespr.). S. 192.
Rotblindheit, Totale — der kleinen Stubenfliege (Homalomyia cunicularis L.). S. 538.
Rumänien, Die Landschaften — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 710.
Russischer Winter (B. Brandt). S. 41.
Russisches Reich, Landwirtschaftlicher Atlas des — in Europa und Asien (Bespr.). S. 438.
Rußtaupilze, Die wahre Natur der — (F. W. Neger). S. 30.
Sächsische Schweiz, Die Schwefelflechte der —. S. 130.
Sahara, Starke Regenfälle in der —. S. 466.
Salzablagerungen aus dem Meerwasser. S. 69.
Salzgehalt, Über die Widerstandsfähigkeit der ma- rinen Bakterien gegenüber dem —. S. 712.

- Sauerstoffgehalt, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem — des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. S. 507.
- Schädelbasis, Form und Größe der — als rassen-diagnostisches Merkmal. S. 742.
- Schieferöl-Industrie, Die englische —. S. 439.
- Schmelzflüsse, silikatische, Die Ursachen der Differentiation in — (W. Eitel). S. 385, 400.
- Schmelzgleichgewichte in petrographisch wichtigen Systemen. S. 67.
- Schneehühner, Schutzfärbung der — (A. Jacobi). S. 189.
- Schopenhauer, Goethe — und die Farbenlehre. (Bespr.). S. 502.
- Schutzfärbung der Schneehühner (A. Jacobi). S. 189.
- Schwefelflechte, Die — der Sächsischen Schweiz. S. 130.
- Schweiz, Geologie der — (Bespr.). S. 407.
- Schwerestörungen, Neue Berechnung der — auf dem Atlantischen Ozean. S. 456.
- Schwimmen, Über das — der Fische (Richard Hesse). S. 322.
- Schwimm-Mechanismus, Der — der Roßameise. S. 727.
- Schwindende Vogelarten, Über — in Deutschland. S. 292.
- Seefahrtsbeobachtungen zur Geographie des Atlantischen Ozeans (B. Brandt). S. 365.
- Seelenbegriff, Geschichte des — und der Seelenlokalisation (Bespr.). S. 602.
- Sehbahn, Zur Pathologie der —. S. 741.
- Sekundärstrahlen und Härtegrad. S. 108.
- Selbststudium, Ratgeber für das — (Bespr.). S. 609.
- Senegalgebiet, Avifauna des unteren —. S. 455.
- Senkstoffe, Studien über die Bildung von — und über ihren Transport durch die Gewässer in den Alpen und den Pyrenäen. S. 712.
- Serienspektren, Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der — (Paul S. Epstein). S. 230.
- Sibirien (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 95.
- Siedepunktsbestimmung im Kapillarröhrchen. S. 107.
- Siederöhre, Die selbsthärtende —, das Tiefentherapieröhr. S. 36.
- Silbernitrat, Behandlung von Kriegsverletzungen mit Lösungen von —. S. 712.
- Silikatische Schmelzflüsse, Die Ursachen der Differentiation in — (W. Eitel). S. 385, 400.
- Smoluchowski, Biographisches über Marian von —. S. 47.
- Sonne, Ist die Strahlung der — veränderlich? (P. Guthnick). S. 133.
- Sonnenflecken, Erklärung der —. S. 168.
- Zusammenhang zwischen den — und den Haloerscheinungen. S. 506.
- Sonnenumdrehung, Einfluß der — auf die meteorologischen Elemente. S. 505.
- Spaltöffnungen, Über die Physiologie der — (K. Linsbauer). S. 85, 97.
- Über die Verteilung der — bei den Keimlingen einiger Gramineen. S. 743.
- Speisefette und Speiseöle (H. Kutteneuler). S. 109, 126.
- Spektralflammen von sehr großer Leuchtkraft. S. 71.
- Spinnen, Über künstliche Aufhebung des — der Arthropoden. S. 536.
- Über das Verhalten der Landinsekten und — dem Wasser gegenüber. S. 725.
- Spirochäteninfektion, Herdförmige Verhärtung als Folge einer —. S. 48.
- Sprit, Methylalkoholgehalt des —. S. 59.
- Über die Gewinnung von — aus Sulfitablauge (Erik Hägglund). S. 25.
- Spritzen, hydraulisches, Der Vorgang des Fließens im gepreßten Messingblock beim —. S. 553.
- Stahlflasche, Eine Knallgasexplosion in der —. S. 774.
- Stechfliege, Die gemeine — (Wadenstecher) (Bespr.). S. 45.
- Steinbrüche, Höhlen und unterirdische — in Nordfrankreich (B. Brandt). S. 734.
- Stereoskopie, Raster-, Die röntgenographische und röntgenoskopische Anwendung der —. S. 508.
- Stern, Neuer veränderlicher —. S. 508.
- Sterne mit größerer Eigenbewegung. S. 614.
- Schwache, raschbewegte — bei δ Arietis. S. 508.
- Sternhaufen Messier 3, Photographische Messung der Lichtverteilung im mittleren Gebiete des kugelförmigen —. S. 592.
- Stickstoff, Studien über die Bindung des — in der Kohle und im Koks. S. 107.
- Über die Reindarstellung von — durch Zersetzung von Aziden im Hochvakuum. S. 440.
- Der freie — und die höheren Pflanzen. S. 744.
- Stoffwechsel, Weitere Untersuchungen über den Einfluß der Kriegskosten auf den —. S. 743.
- X-Strahlen, Über den Einfluß von — auf das Pflanzenwachstum. S. 743.
- Strahlung, Die durchdringende, radioaktive — in der Atmosphäre (P. Ludewig). S. 89, 101.
- Strahlungstheorie, Die Entwicklung von Max Plancks — (W. Wien). S. 203.
- Stumpf, Carl. Zu seinem siebzigsten Geburtstage (Erich Becher). S. 265.
- Submikroskopische Experimentalphysik (Bericht über die Ehrenhaften Arbeiten) (D. Konstantinowsky). S. 429, 448, 473, 488.
- Südpolarforschung, Die neuesten Ergebnisse der — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 95.
- Süßwasserpolypen (*Hydra fusca*), Beobachtungen und Versuche an —. S. 390.
- Sulfitablauge, Über die Gewinnung von Spirit aus — (Erik Hägglund). S. 25.
- Symmetry, Lectures on the principle of — and its applications in all natural sciences (Bespr.). S. 660.
- Syrie-Palästine, La Préhistoire en —. S. 155.
- Tagfalter, Geruchs- und Farbensinn bei —. S. 408.
- Taschenuhr, Kombinierte — für Sternzeit und mittlere Zeit. S. 508.
- Technische Thermodynamik (Bespr.). S. 504.
- Teich- und Flußplankton (Bruno Schröder). S. 147, 162, 176.
- Temperaturfrage, Die Regelung der — in der deutschen Industrie (F. Plato). S. 745.
- Teneriffa, Die Windverhältnisse über dem Pic von — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 152.
- Therapeutische Anwendung von Röntgenstrahlen, Grundlagen —. S. 423.
- Thermodynamik und Kohärenz (M. v. Laue). S. 207.
- technische (Bespr.). S. 504.
- Vorlesungen über — (Bespr.). S. 505.
- Thomsons Heberschreiber, Fünfzig Jahre Untersee-telegraphie und — (Georg Schmidt). S. 1, 18.
- Thule-Expedition, Knud Rasmussens zweite — 1916/18. S. 677.

- Tibet, Unsere Kenntnis von — im Wechsel der Zeiten (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 421.
- Tiefentherapie, Über Glühkathodenröhren (Coolidge-Röhren) und ihre Bedeutung in der —. S. 425.
- Die wirksame Röntgenenergie in der — und ihre Messung. S. 48.
- Tiefentherapieerrohr, Die selbsthärtende Siederöhre, das —. S. 36.
- Tod, Der Mechanismus des — durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. S. 454.
- Tollwut, Impfung mit Hautschleim von Amphibien und mit Natterngift gegen experimentelle —. S. 744.
- Tollwutvirus, Die Wirkung von — auf Amphibien und Schlangen. S. 744.
- Tragflügel, Flugzeug-, Einführung in die Theorie der — (Alb. Betz). S. 557, 573.
- Treysa, Der Meteoritenfall von — in Hessen. S. 678.
- Über die planmäßige Auffindung des Meteoriten von —. S. 759.
- Trift, Über die — der Nebelflecke. S. 695.
- Tuberkelbazillus, Über die geringe Widerstandskraft geschwächter Organismen gegen die zerstörende Wirkung des —. S. 744.
- Türkisch-Ägyptisches Grenzgebiet, Karte des — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 550.
- Turgeszenzzustand, Über den Einfluß von Kontaktreizen und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den — von Keimstengeln. S. 479.
- Uhr, Taschen-, Kombinierte — für Sternzeit und mittlere Zeit. S. 508.
- Uhren, Riefler-, Erfahrungen mit neuen —. S. 142.
- Unterengadin, Eine pflanzengeographische Exkursion durchs — und in den schweizerischen Nationalpark (Bespr.). S. 658.
- Der schweizerische Nationalpark im — (C. Schröter). S. 761.
- Unterseeboote, Die Sichtbarkeit von — und Minenfeldern vom Flugzeug aus (Jentsch-Graefe). S. 546. — (Zuschr.). S. 709.
- Unterseetelegraphie, Fünfzig Jahre — und Thomsons Heberschreiber (Georg Schmidt). S. 1, 18.
- Vakuum, Die Elektrizitätsleitung im extremen —. S. 36.
- Val Onsernone, Die Vegetation des — (Kanton Tesin) (Bespr.). S. 658.
- Veränderlicher Stern, neuer. S. 508.
- Vererbungsstudien an Mäusen. S. 477.
- Verkehr, Erforschung des — durch die Karte (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 420.
- Vernunft, praktische, Kritik der — (Bespr.). S. 79.
- Versalzung, Die Wirkung der — der Gewässer auf ihre Fauna. S. 661.
- Verwerfungen, Die — (Bespr.). S. 579.
- Verwitterung. S. 507.
- Vespa germanica, Beobachtungen an einem Nest von —. S. 392.
- Vögel, Die Entwicklung verschiedener — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 711.
- Wander-, Über die Entstehung des Zuges der — (Wilh. R. Eckardt). S. 605.
- Vogelleben, Einfluß der Tagesdauer auf das —. S. 604.
- Vogelsammlung des Warschauer Museums (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 94.
- Vogelschwärme, Über gemischte —. S. 292.
- Vorausbestimmung des Wetters, Ein neuer Weg zur —. S. 104.
- Vorzeit, Die Klimaverhältnisse der —. S. 628.
- Vulkane, tätige, Zur Geographie der — (Bespr.). S. 406.
- Vulkanisches Magma, Die Frage nach dem Wassergehalt des — (Karl Sapper). S. 469.
- Wachs, Montan-, Das — und sein Verhalten bei der Destillation. S. 129.
- Wärmesatz, Quantentheorie und neuer — (W. Nernst). S. 206.
- Wahrscheinlichkeitsgesetze, Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der — in der Physik (M. v. Smoluchowski †). S. 253.
- Waldbäume, Bau und Leben unsrer — (Bespr.). S. 57.
- Waldhühner, Bastarde und Farbenabänderungen der — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 377.
- Waldschnepfe, Zug der — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 94.
- Waldspitzmaus, Über die — in der Gefangenschaft. S. 727.
- Walensee, Zur Hydrophysik des Zürich- und des —, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. S. 456.
- Wandervögel, Über die Entstehung des Zuges der — (Wilh. R. Eckardt). S. 605.
- Wanze, Die Bett- (*Cimex lectularius* L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung (Bespr.). S. 45.
- Wassergehalt, Die Frage nach dem — des vulkanischen Magmas (Karl Sapper). S. 469.
- Wasserkraftmaschinen und die Ausnutzung der Wasserkräfte (Bespr.). S. 116.
- Wasserreinigungsmethoden, Die chemischen —. S. 552.
- Wasserstoffbestimmung, Über die volumetrische — mittels aktivierter Chloratlösung. S. 590.
- Weber, Max Maria von, ein Lebensbild des Dichter-Ingenieurs mit Auszügen aus seinen Werken (Bespr.). S. 180.
- Weib, Das — und seine Bestimmung (Bespr.). S. 314.
- Weilsche Krankheit, Über ein Schutz- und Heilserum gegen die — (ansteckende Gelbsucht) (Uhlenhuth). S. 633.
- Weismanns Keimplasma-Lehre (W. Johannsen). S. 121.
- Wellenlänge der durchdringenden Gammastrahlen. S. 118.
- Die kürzeste —. S. 35.
- Weltanschauungen, Der Wettkampf zweier — in der Physik (Stanislaw Loria). S. 169.
- Westafrika, Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna — (Bespr.). S. 757.
- Wetter, Geschützdonner und — (B. Brandt). S. 463.
- und Krieg (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 423.
- Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des —. S. 104.
- und Wettervorhersage (Bespr.). S. 675.
- Wind und — in den europäischen Gewässern (Bespr.). S. 536.
- Widerstandsfähigkeit, Über die — der marinen Bakterien gegenüber dem Salzgehalt. S. 712.
- Wind, Der — über und an Gewässern, auf freiem Land und im Waldgebiet (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 46.
- und Wetter in den europäischen Gewässern (Bespr.). S. 536.

- Windverhältnisse, Die — über dem Pic von Teneriffa (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 152.
- Winter, russischer (B. Brandt). S. 41.
- , Einfluß des — auf die Vogelwelt (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 376.
- , strenge (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 94.
- Winterkälte 1917, Die Wirkung der — auf das Insektenleben. S. 408.
- Wolkenbeobachtungen, Wichtigkeit von —. S. 506.
- Wundverlauf und Wundbehandlung, speziell bei Kriegsverletzungen (Th. Naegeli). S. 649.
- Yung, Emil — (Hans Almeroth). S. 342.
- Zelle und Kern, Über den Einfluß der Temperatur auf Größe und Beschaffenheit von —. S. 568.
- Zellteilung, Oberflächenspannungsdifferenzen als eine Ursache der —. S. 478.
- Zoologische Mitteilungen. S. 390, 539, 725.
- Zoologischer Garten (Bespr.). S. 45.
- Zuckerrüben, Über gummikranke. S. 744.
- Zürich- und Walensee, Zur Hydrophysik des — nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. S. 456.
- Zufall, Über den Begriff des — und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik (M. v. Smoluchowski †). S. 253.
- Zugvögel, Die Heimkehr der — (Deutsche ornithologische Gesellschaft). S. 626.
- Treffen die — Vorbereitungen zu ihren Reisen? S. 604.
- Zusammenklänge der Welten (Bespr.). S. 645.
- Zweckmäßigkeit, Über Ausnutzungsprinzip, — und fremddienliche Zweckmäßigkeit (Erich Becher). S. 185.
- fremddienliche, Das Scheinproblem von der — (Franz Heikertinger). S. 181.
- Zwergwels, Vorstudien zu biologischen Betrachtungen am — (*Amiurus nebulosus* Les.). S. 537.
- Zwittertum, Über die Ursachen des — und künstliche Zwitterbildung. S. 130.
- Zyanide, Über die Synthese von — im elektrischen Druckofen. S. 648.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik

Dr. W. Ahrens in Rostock

Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Gross-Schmetterlinge der Erde

von Prof. Dr. Ad. Seitz.

Die Palaearkten sind vollständig.

Bd I Tagfalter kostet gebunden 70 M.

„ II Spinner u. Schwärme „ 55 „

„ III Eulen „ 65 „

„ IV Spanner „ 50 „

Zur Erleichterung der Anschaffung liefere

ich jeden einzelnen Band oder mehrere oder alle

Bände gegen 100% ige Monatsraten. Anfragen

erbeten an

HERMANN MEUSSER, Buchhandlung

Berlin W 57/9, Potsdamer Straße 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Malaria

Eine Einführung in ihre Klinik, Parasitologie und Bekämpfung

Von

Obermedizinalrat Prof. Dr. **Bernhard Nocht**

Direktor des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten

Generalarzt des Seew. II Hamburg

und Prof. Dr. **Martin Mayer**

Abteilungsvorsteher am Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten

Landsturmpfl. Arzt und ord. Arzt am Res.-Laz. V, Abt. Tropeninstitut Hamburg

Mit 25 Textabbildungen und 3 lithographierten Tafeln

Preis M. 11.—

Vor kurzem erschienen:

Die übertragbare Hühnerleukose

(Leukämie, Pseudoleukämie, Anämie u. a.)

Mit Beiträgen zur normalen Hämatologie der Hühner

Von Dr. **Vilhelm Ellermann**

o. Professor der gerichtlichen Medizin an der Universität in Kopenhagen

Mit 10 Tabellen und 13 Textabbildungen

Preis M. 4.—

Vor kurzem erschienen:

Repetitorium der Hygiene und Bakteriologie in Frage und Antwort

Von

Professor Dr. **W. Schürmann**

Privatdozent an der Universität Halle a. S.

Preis M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Verkehrsmittel in Volks- und Staatswirtschaft

Von

Dr. **Emil Sax**

o. ö. Professor der politischen Ökonomie i. R.

Zweite, neubearbeitete Auflage

Erster Band

Allgemeine Verkehrslehre

Preis M. 10.—

Soeben erschien:

Der wirtschaftliche Aufbau der elektrischen Maschine

Von

Dr. techn. **Milan Vidmar**

Mit 7 Textabbildungen

Preis M. 5.60

Die Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke nach der Methode des Viermomentensatzes

Von

Ing. **Friedr. Bleich**, Wien

Mit 108 Textfiguren

Preis M. 12.—

Neue mechanische Technologie der Textilindustrie

Soeben erschien: Band III:

Die Ausrüstung der textilen Waren

Mit einem Anhang: Die Filz- und Watten-Herstellung

Ein Hand- und Hilfsbuch für den Unterricht an Textilschulen und technischen Lehranstalten, sowie zur Selbstausbildung in der Faserstofftechnologie

Von

Dr.-Ing. E. h. **G. Rohn**

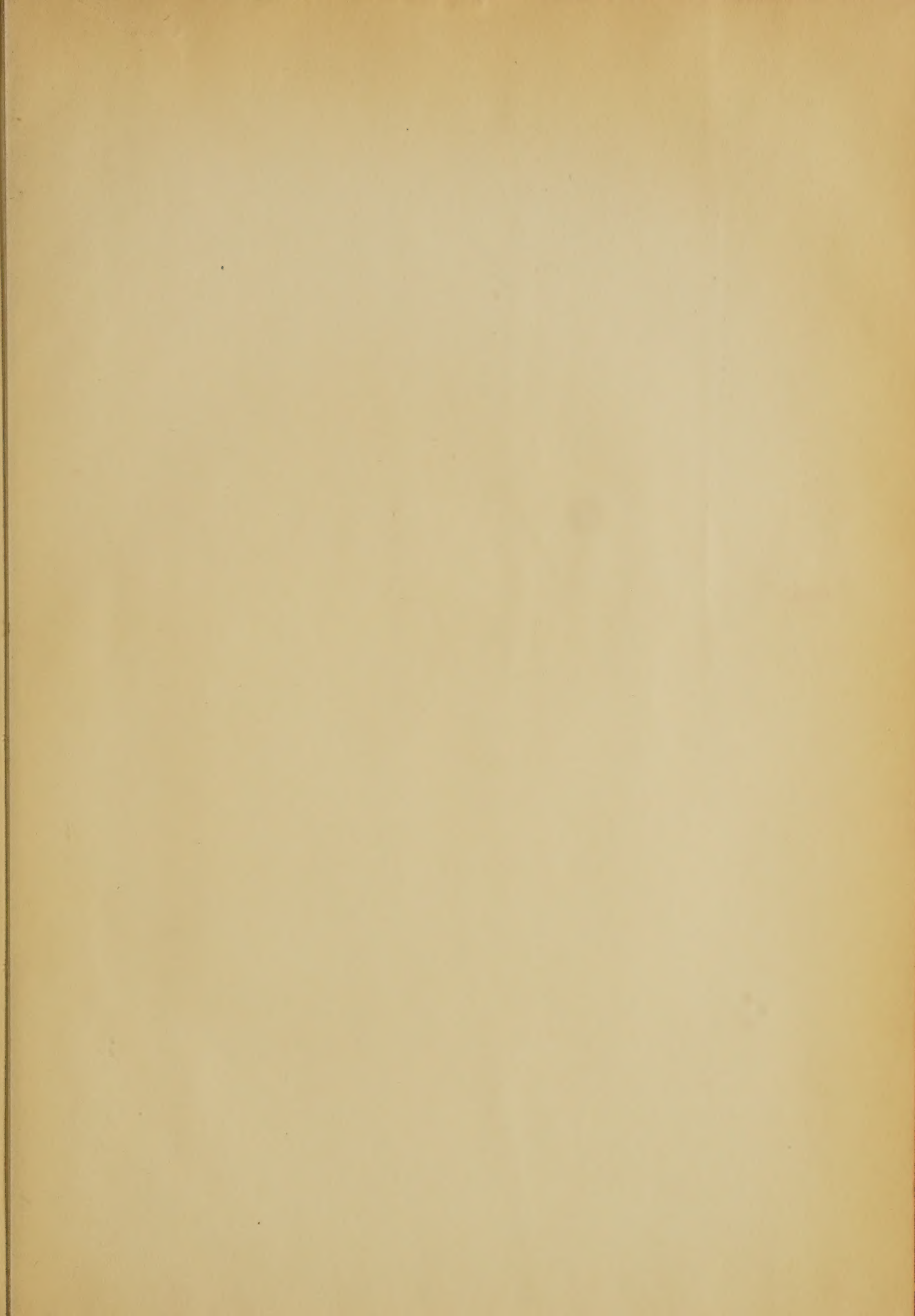
in Schöna u bei Chemnitz

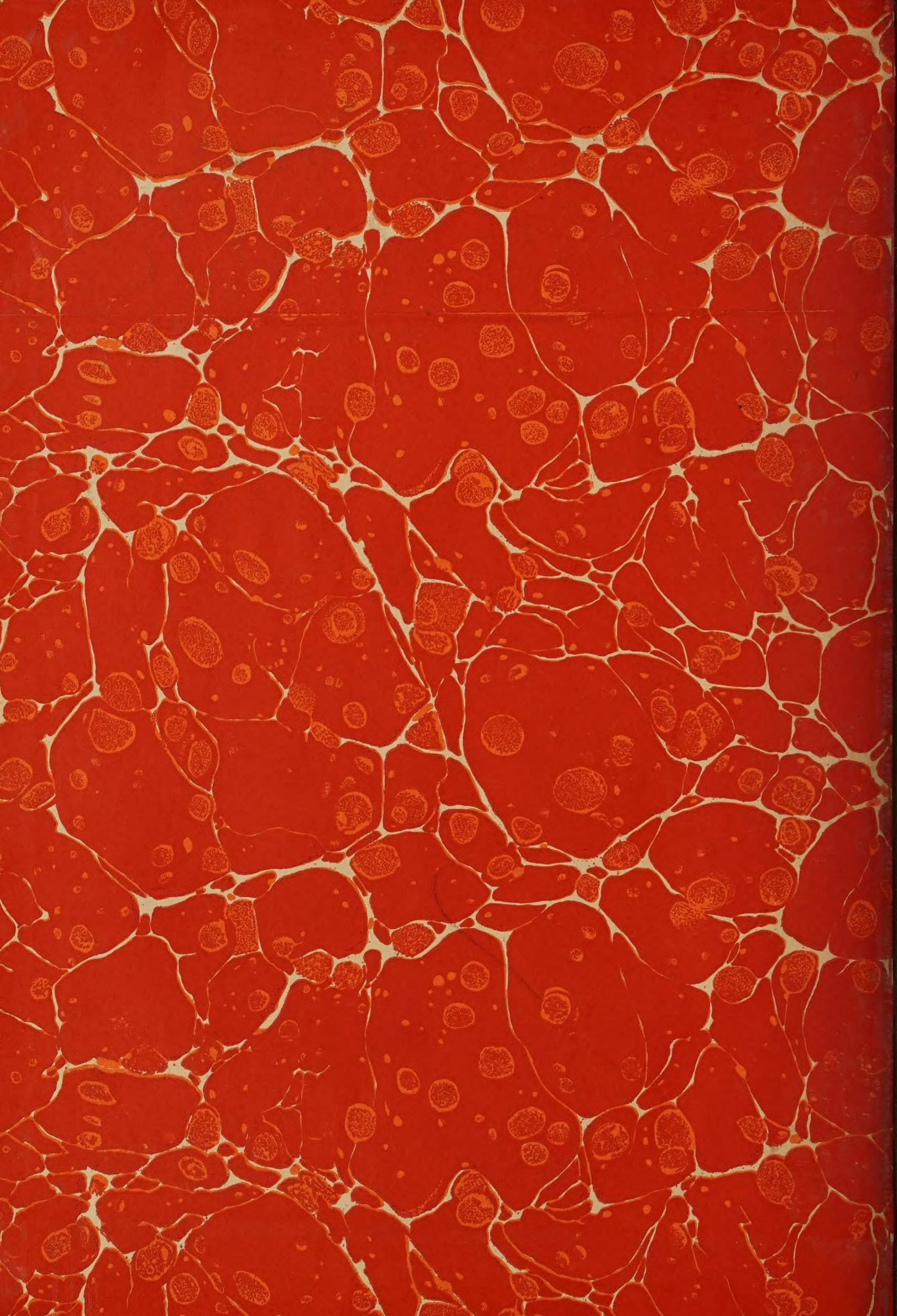
Mit 196 Textfiguren

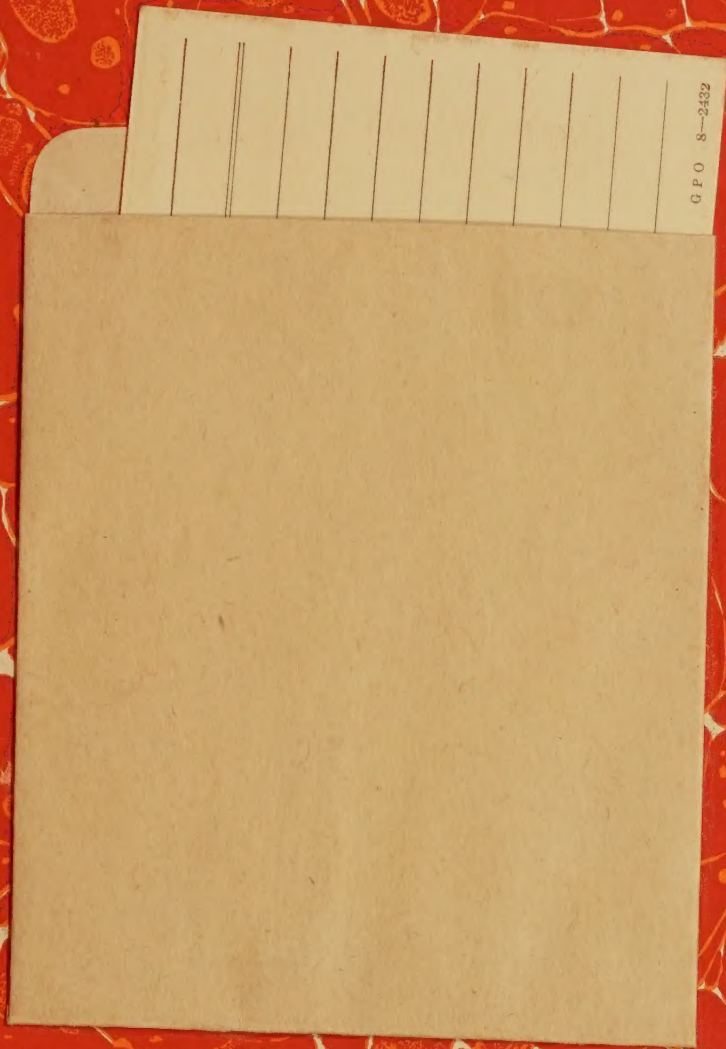
Preis gebunden M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung









GPO 8-2432

